

Standardit työmaakeskuksen suunnittelussa

Sami Kokkonen

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Sami Kokkonen	
Työn nimi Standardit työmaakeskuksen suunnittelussa	
Päiväys 10.5.2011	Sivumäärä/Liitteet 52
Ohjaaja(t) Lehtori Heikki Laininen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Yhteistyöyritys/ Janne Leppänen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää työmaakeskuksen suunnittelussa tarvittavia standardeja ja määräyksiä, joiden pohjalta työmaakeskusjärjestelmä suunnitellaan. Järjestelmä tulee mahdollisesti myöhemmin laajentamaan työn toimeksiantajan tuotevalikoimaa.</p> <p>Opinnäytetyössä ei suunniteltu järjestelmää valmiiksi, vaan käsiteltiin niitä suunnittelussa huomioon otettavia asioita, jotka liittyvät rakenteeseen ja komponentteihin. Projekti jatkuu opinnäytetyön ulkopuolella, jolloin tehdään tarkemmat suunnitelmat rakenteesta ja päätetään, tehdäänkö suunnitelmiensa pohjalta yrityksen valikoimiin uusi tuote.</p> <p>Opinnäytetyö pohjautuu standardeihin ja määräyksiin sekä markkinatutkimukseen, jossa haastatettiin useita eri toimialoilla toimivia työmaakeskuksia käyttäviä yrityksiä. Näiltä yrityksiltä saatiin merkittävästi tietoa, josta on hyötyä uuden järjestelmän suunnittelussa.</p> <p>Markkinatutkimuksen mukaan tärkeimmät järjestelmän ominaisuudet ovat käytettävyys, kestävyys ja huollettavuus.</p>	
Avainsanat työmaakeskus, standardit	
Luottamuksellisuus julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Sami Kokkonen			
Title of Thesis Standards in the Planning of Assemblies for Construction Sites (ACS)			
Date	10 May 2011	Pages/Appendices	52
Supervisor(s) Mr Heikki Laininen, Lecturer			
Project/Partners Co-operation company/ Janne Leppänen			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to examine standards and specifications which direct the planning of the assemblies for construction sites system. The system will possibly be included in the product range of the commissioner of this thesis.</p> <p>The purpose of this thesis was not to plan a complete system but the purpose was to consider the main things concerning the structure and components. The project will continue later when more accurate planning of the structure will be made and a decision whether the system will become a new product in the company's product range will also be made later.</p> <p>This thesis was done by studying standards and specifications and carrying out a market research in which several companies in different field of operations using assemblies for construction sites were interviewed. These companies gave significant information which can be used in the planning of the system.</p> <p>According to the Market research the main features of the system are usability, durability and serviceability.</p>			
Keywords ACS, standards			
Confidentiality public			

ALKUSANAT

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia työmaakeskuksen suunnittelussa tarvittavia standardeja sekä muita suunnittelussa huomioon otettavia asioita. Työn toimeksiantajana oli yhteistyöyritys, jolle työmaakeskusjärjestelmä suunnitellaan tämän työn pohjalta. Työ tarjosi mahdollisuuden päästä osallistumaan uuden tuotteen suunnitteluprojektiin, jollaisesta minulla ei aiemmin ollut kokemusta.

Työ oli mielenkiintoinen ja opettavainen. Kiitän yhteistyöyritystä mahdollisuudesta osallistua projektiin.

Opinnäytetyön ohjaavana opettajana Savonia-ammattikorkeakoululta oli lehtori Heikki Laininen. Haluan kiittää Heikki Lainista ja yhteistyöyrityksestä Janne Leppästä avusta ja ohjeistuksesta työn aikana.

Kuopiossa 10.5.2011

Sami Kokkonen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	8
2	STANDARDIT JA MÄÄRÄYKSET	9
2.1	Yleistä työmaakeskusten erityisvaatimuksista	10
2.2	Työmaakeskusten luokittelu.....	10
2.3	Keskusten nimellisarvot	11
2.3.1	Nimellisjännitteet	11
2.3.2	Nimellisvirrat.....	11
2.3.3	Nimellistaajuus	12
2.4	Keskuksesta annettavat tiedot.....	12
2.4.1	Arvokilvet.....	12
2.4.2	Merkinnät	12
2.4.3	Asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet	13
2.5	Ympäristöolot	13
2.5.1	Ilmastolliset olot ulkoasennuksessa.....	14
2.5.2	Likaantumisaste	14
2.6	Työmaakeskuksen rakenne	14
2.7	Kotelointiluokka	15
2.8	Koteloinnin mekaaninen lujuus	17
2.9	Keskusten korroosio ja korroosiosuojaus.....	18
2.9.1	Galvaaninen korroosio.....	19
2.9.2	Kemiallinen korroosio	19
2.9.3	Ympäristön luokittelu korroosiota aiheuttavien vaikutusten perusteella19	
2.9.4	Jakokeskusstandardien korroosiosuojaavaatimukset	21
2.9.5	Muita keskuksen korroosiosuojaustapoja	21
2.10	Keskukseen asennettavat komponentit.....	22
2.11	Suojaus sähköiskuilta	22
2.11.1	Perussuojaus.....	22
2.11.1.1	Suojaus eristämällä jännitteiset osat.....	22
2.11.1.2	Suojaus käyttämällä suojuksia tai kotelointia.....	23
2.11.1.3	Lisäsuojaukset	23
2.11.2	Vikasuojaukset	24
2.11.2.1	Syötön automaattinen poiskytkentä.....	24
2.11.2.2	Suojamaadoitus	25
2.12	Ylivirtasuojaukset.....	28
2.13	Oikosulunkestävyys	29

3	TYÖMAAKESKUKSET JA KOMPONENTIT	31
3.1	Yleistä työmaakeskuksista	31
3.2	Komponentit ja tilat	33
3.2.1	Sähkön syöttö	33
3.2.1.1	Syöttöliittimet	33
3.2.1.2	Sähkön syöttö pistokytkimellä	35
3.2.2	Erotuslaitteet	36
3.2.3	Johdonsuojakatkaisijat	36
3.2.4	Vikavirtasuojakytkimet	38
3.2.5	Pistokytkimet	39
3.2.6	Energiamittaus	40
4	TESTAUKSET	41
4.1	Tyypitestit	41
4.1.1	Lämpenemistesti	41
4.1.2	Jännitetestit	42
4.1.3	Oikosulunkestävyyden määrittäminen	43
4.1.4	Suojamaadoituspiirin tehokkuuden tarkistaminen	43
4.1.5	Ilma- ja pintavälien tarkastus	43
4.1.6	Mekaanisen toiminnan tarkastus	44
4.1.7	Kotelointiluokan tarkastus	44
4.1.8	Mekaanisen lujuuden testaus	44
4.1.9	Korroosionkestävyyden testaus	46
4.2	Kappaletestit	48
4.2.1	Keskuksen ja sen johdotuksen tarkastus	48
4.2.2	Eristetesti	48
4.2.3	Suojausmenetelmien ja suojamaadoituspiirien tarkastus	49
5	YHTEENVETO	50
	LÄHTEET	51

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on selvittää jakokeskuksiin liittyviä standardeja ja määräyksiä, joita tarvitaan työmaakeskuksen suunnittelussa. Työn toimeksiantajana on yhteistyöyritys, jolla on markkinoilla laaja valikoima erilaisia sähkönjakelujärjestelmiä. Tämän työn pohjalta suunnitellaan työmaakeskusjärjestelmä, joka mahdollisesti tulee laajentamaan uutena tuoteperheenä yrityksen tuotevalikoimaa.

Suunnittelun pohjana käytetään jakokeskuksia koskevia standardeja, joissa määrätään rakenteelliset ja toiminnalliset vaatimukset keskuksille. Standardeja ja määräyksiä voidaan käyttää apuna myös hyvän jakokeskuksen määrittelyssä. Suunnittelun apuna ovat myös yrityshaastattelut, joissa oli mukana useita yhteistyöyrityksiä. Suoraan tuotteen loppukäyttäjältä saa tärkeää tietoa sen tarvittavista ominaisuuksista ja mahdollisista heikkouksista.

Tuote tulee kovaan ammattikäyttöön esimerkiksi rakennustyömaille, joten tuotteen tärkeimpiä ominaisuuksia ovat kestävyys, helppokäyttöisyys, toiminnallisuus ja huollettavuus. Kestävyyteen on kiinnitettävä erityistä huomiota, koska tuotetta käytetään usein olosuhteissa, joissa siihen kohdistuu erilaisia ilmastollisia ja ulkoisia rasitteita. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös työn toimeksiantajan eli tuotteen valmistajan mielipiteet, koska materiaali- ja valmistuskulut täytyy saada pysymään järkevissä rajoissa. Tärkeä asia on sähköisten komponenttien valinta, koska niiden tulee olla toimivia ja laadukkaita mutta hankintahinnaltaan mahdollisimman edullisia. Haaste onkin siinä, miten saada luotua tuote, joka on valmistajan ja loppukäyttäjän kannalta paras mahdollinen. Ennen tuotteen markkinoille tuomista sille on tehtävä määräystenmukaiset testaukset ja hyväksynät.

2 STANDARDIT JA MÄÄRÄYKSET

Tässä luvussa käsitellään jakokeskuksia koskevia ja niiden suunnittelussa tarvittavia SFS-EN-standardeja. Lisäksi käsitellään standardien soveltamisohjeita, jotka perustuvat Suomessa hyväksi havaittuihin käytäntöihin. Soveltamisohjeet on laadittu täydentämään EN-standardeja, mutta niillä ei ole standardin asemaa. Niitä voidaan kuitenkin käyttää laajalti hyvän suomalaisen jakokeskuksen määrittämisessä. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 3.)

Hyvä keskus on käyttäjän ja tilaajan tilauksen ja valmistajan kuvauksen mukainen, ja se voidaan asentaa helposti käyttöpaikkaansa asennusmääräysten ja standardien mukaisesti. Sen tulee kestää käyttöpaikkansa mekaaniset, termiset sekä muut rasitukset ja koteloinnin on suojattava sisäisiä osia näiltä rasituksilta. Komponenttien on oltava omien standardiensa mukaisia ja niiden on oltava asennettu keskuksen komponentin valmistajan tarkoittamalla tavalla. Keskuksessa on oltava riittävästi oikein mitoitettuja ja luotettavasti kiinnitettyjä sisäisiä suojuksia, jotka suojaavat käyttäjää, huoltajaa tai asentajaa joutumasta kosketuksiin jännitteisten osien kanssa ja aiheuttamasta oiko- tai maasulkua. Keskuksen liitettävien kaapeleiden ja muiden johtojen asentaminen tulee onnistua vaikeuksista, niin ettei niitä tarvitse pujotella ahtaiden tilojen kautta. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 13.)

Jakokeskuksia koskevia yleisiä vaatimuksia käsitellään standardissa SFS-EN 60439-1. Tämän standardin soveltamisalan keskuksia ovat mm. käyttötarkoituksen mukaan nimetyt pää-, nousu-, ryhmä-, mittaus-, monimittari-, pistorasia-, ohjaus- ja säätökeskukset edellyttäen, että tarvittaessa noudatetaan soveltuvia erityisvaatimuksia. Kiinteistökeskusten, työmaakeskusten, kaapelijakokaappien ja jakelukiskojärjestelmien erityisvaatimukset annetaan erillisissä, keskusten yleiset vaatimukset sisältävän standardin rinnalla käytettävissä SFS-EN-standardeissa, jotka täydentävät ja muuttavat yleisiä vaatimuksia. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 15.)

Tämä opinnäytetyö koskee työmaakeskuksia, joihin liittyvät erityisvaatimukset löytyvät standardista SFS-EN 60439-4. Työmaakeskuksia käytetään vaativissa olosuhteissa, joten keskusten rakenteellisiin vaatimuksiin ja määräyksiin tulee kiinnittää erityistä huomiota. Opinnäytetyö perustuu pitkälti edellä mainittuihin SFS-EN-standardeihin, joten niitä käsitellään seuraavissa kohdissa varsin tarkasti.

2.1 Yleistä työmaakeskusten erityisvaatimuksista

Työmaakeskusten erityisvaatimukset annetaan standardissa SFS-EN 60439-4, joka koskee rakennustyömailla ja myös muissa tilapäislaitteistoissa käytettäväksi tarkoitettuja tyyppitestattuja jakokeskuksia. Sivulliset eivät yleensä saa päästä tilapäistyökohteisiin, joissa tehdään esimerkiksi rakennus-, muutos- tai purkutyötä. Standardi ei koske työmaiden hallinto-, palvelu- ja huoltokohteisiin (toimistot, ravintolat, siistiytymishuoneet jne.) tarkoitettuja jakokeskuksia. Työmaan keskukset voivat olla puolikiinteästi asennettavia tai siirrettäviä. SFS-EN 60439-4-standardi muuttaa ja täydentää jakokeskusten yleiset vaatimukset sisältävää päästandardia SFS-EN 60439-1. (SFS-EN 60439-4 2005 6.)

2.2 Työmaakeskusten luokittelu

Luokittelut perustuvat SFS-EN 60439-4-standardiin. Työmaakeskukset luokitellaan seuraavasti:

- Käyttöominaisuuksien mukaan

Työmaakeskus sisältää tarpeelliset sähköiset ja mekaaniset kytkennät ja liittännät sekä rakenneosat. Keskus on suunniteltu ja rakennettu käytettäväksi kaikilla työmailla sisä- ja ulkotiloissa.

- Ulkoisen rakenteen mukaan

Kosketussuojattu työmaakeskus on kaikilta sivuilta suojattu työmaakeskus.

Kotelotyyppinen työmaakeskus on kosketussuojattu, ja se on tarkoitettu

- asennettavaksi pystysuuntaiselle pinnalle
- seisomaan vaakasuuntaisella pinnalla tuettuna jalustalla tai jaloilla tai kiinnitettynä telineeseen, jota ei pidetä keskuksen osana.

- Siirrettävyyden mukaan

Puolikiinteästi asennettava työmaakeskus ei ole tarkoitettu pysyvästi kiinnitettäväksi käyttöpaikalle; sijaintia saa vaihdella työn aikana samalla työmaalla, laitteistoa siirrettäessä keskus on erotettava syöttöverkosta.

Siirrettävä työmaakeskus voidaan siirtää työn edetessä työmaalla erottamatta keskusta syöttöverkosta.

- kotelointitavan mukaan
- kotelointiluokan mukaan
- rakenteen mukaan, esimerkiksi kiinteät tai ulosotettavat yksiköt
- kosketusjännitesuojauksen toteuttamistavan mukaan
- osastointimuodon mukaan
- toimintayksiköiden sähköisten kytkentämenetelmien mukaan
- korroosion kestävyys mukaan.

2.3 Keskusten nimellisarvot

Keskus määritellään sähköisten ominaisuuksien mukaan, jotka tulee merkitä keskuksen arvokilpeen.

2.3.1 Nimellisjännitteet

Keskukselle määritellään sen eri virtapiirien nimellisjännitteet standardin SFS-EN 60439-1 mukaan:

- Nimelliskäyttöjännite U_e , määrää virtapiirin nimellisvirran kanssa piirin käyttösovellutuksen
- Nimelliseristysjännite U_i , on se jännitteen arvo, johon eristystestit, ilmavälit ja pintavälit perustuvat
- Nimellinen syöksykesto jännite U_{imp} on syöksyjännitteen huippuarvo, jonka keskuksen virtapiiri pystyy määritellyissä testiolosuhteissa kestävä vahingoittumatta ja johon ilmavälien arvot perustuvat.

2.3.2 Nimellisvirrat

Keskuksille ilmoitetaan seuraavat nimellisvirrat:

- Työmaakeskuksen nimellisvirta I_n on valmistajan ilmoittama keskuksen syöttöpiiriin nimellisvirta (SFS-EN 60439-4 2005 12).
- Terminen nimelliskestovirta I_{cw} on se keskuksen virtapiiriin lyhytaikaisen virran tehollisarvo, jonka virtapiiri valmistajan mukaan kestää vahingoittumatta (SFS-EN 60439-1 2005 19).
- Dynaaminen nimelliskestovirta I_{pk} on virran huippuarvo, jonka piiri kestää (SFS-EN 60439-1 2005 19).

2.3.3 Nimellistaajuus

Keskuksen nimellistaajuus on se taajuus, johon keskuksen oikea toiminta perustuu ja joka keskukselle ilmoitetaan. Jos virtapiirit on suunniteltu eri taajuusarvoille, jokaisen piirin nimellistaajuus on ilmoitettava erikseen. (SFS-EN 60439-1 2005 20.)

2.4 Keskuksesta annettavat tiedot

Valmistajan on annettava työmaakeskuksesta standardin SFS-EN 60439-4 mukaan luvuissa 2.4.1 - 2.4.3 esitetyt tiedot.

2.4.1 Arvokilvet

”Työmaakeskus on varustettava yhdellä tai useammalla arvokilvellä, joihin merkinnät on tehty luotettavalla tavalla. Kilvet on sijoitettava sellaiseen paikkaan, että ne ovat näkyvissä ja helposti luettavissa keskuksen asentamisen jälkeen”. (SFS-EN 60439-4 2005 12.)

Arvokilvessä on annettava seuraavat kohdat:

- Valmistajan nimi tai tavaramerkki
(Huom. työmaakeskuksen valmistajana pidetään organisaatiota, joka vastaa valmiista keskuksesta.)
- Mallimerkintä, tunnistusnumero tai muu tunnistustieto, joka mahdollistaa tarpeellisten tietojen saamisen valmistajalta.
- Standardi IEC 60439-4
- Yksikön virtalaji ja vaihtosähköllä taajuus
- Nimellisjännitteet:
nimellisjännite (U_e)
nimelliseristysjännite (U_i)
nimellinen syöksykestojaännite (U_{imp})
- Nimellisvirta (I_n)
- Kotelointiluokka
- Paino, mikäli yksikön paino ylittää 30 kg.

2.4.2 Merkinnät

Merkintöihin kuuluvat mm. keskuksen virtapiireihin ja niiden suojalaitteisiin merkityt tunnistustiedot sekä kojeiden ja johtimien merkinnät, jotka on oltava nähtävissä, tarvittaessa kannet ja suojukset poistettuna ja ovet avattuna. Lisäksi näihin kuuluvat suoja- ja kytkinlaitteiden käyttötarkoitukset ja asennonosoitusmerkinnät sekä mahdolliset varoituskilvet. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 21- 27.)

2.4.3 Asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet

Keskuksen mukana toimitettavissa asiapapereissa on yleensä ainakin asennusohjeet, piirikaaviot, kokoonpanopiirustus, tiedot keskuksen ominaisuuksista ja tarvittaessa myös käyttö- ja huolto-ohjeet, jotka voivat myös olla annettu tuoteselosteessa. Keskuksen mukana suositellaan toimitettavaksi myös kopio kappaletestauspöytäkirjasta. Keskusta koskevat asiapaperit voivat olla sähköisessä muodossa, mikäli tilaaja ja käyttäjä sen hyväksyy. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 27.)

Työmaakeskuksen valmistajan olisi mainittava esimerkiksi keskukseen kiinnitetyssä tiedotteessa ne keskustyytit, jotka voidaan yhdistää kyseiseen keskukseen. Lisäksi tiedotteesta tulisi selvittää, perustuuko keskuksien yhteensopivuus käytettävään maadoitusjärjestelmään vai sähköisten suojauksien koordinaation tarpeeseen vai näihin molempiin. Valmistajan tulisi myös antaa dokumenteissaan tarkoituksenmukaiset tiedot, jotta suojaustoimenpiteet ja suojalaitteiden koordinaatio voidaan toteuttaa oikein koko tilapäisasennuksen osalta. (SFS-EN 60439-4 2005 14.)

Työmaakeskuksessa tarpeelliset tiedot ja ohjeet voidaan asentaa luotettavalla tavalla esimerkiksi keskuksen oven sisäpuolelle, josta ne löytyvät tarvittaessa helposti ja nopeasti. Nämä ohjeet voivat koskea mm. keskuksen käyttöä ja liitettävyyttä muihin valmistajan keskuksiin.

2.5 Ympäristöolot

Keskus suunnitellaan niihin ympäristöoloihin, joihin keskus on tarkoitettu. Työmaakeskuksia käytetään pääasiassa ulkotiloissa, joten niihin sovelletaan vain ulkoasennuksia koskevia ympäristöoloja.

2.5.1 Ilmastolliset olot ulkoasennuksessa

Ympäristön lämpötila ei saa ylittää +40 °C:ta eikä sen 24h keskiarvo +35 °C:ta. Ympäristön lämpötilan alaraja on lauhkeassa ilmastossa -25 °C ja arktisessa ilmastossa -50 °C. Mikäli keskusta käytetään arktisessa ilmastossa, voi valmistaja ja käyttäjä ja/tai tilaaja tarvita erillissopimuksen. Suhteellinen kosteus ulkoasennuksissa voi olla 100 % lämpötilan ollessa enintään +25 °C. Keskuksen tiiviskään kotelointi ei yleensä suojaa kosteuden pääsyä keskuksen sisään, mikä tulee ottaa huomioon kojeiden valinnassa ja niiden sijoituksessa sekä keskuksen kondenssivesiaukkojen sijoituksessa. (SFS-EN 60439-1 2005 22.)

2.5.2 Likaantumisasaste

Likaantumisasaste vastaa niitä ympäristöoloja, joihin keskus on tarkoitettu. Likaantumisasasteita on neljä, joissa määritetään mikroympäristön likaantumisasastetta pinta- ja ilmajäljäläroja varten. Työmaakeskuksia käytetään vaativissa oloissa, joten sovelletaan vain likaantumisasasteita 3 ja 4. Kotelossa oleville komponenteille sovelletaan kotelon sisätilan likaantumisasastetta. (SFS-EN 60439-1 2005 23; SFS-EN 60439-4 2005 14.)

Likaantumisasaste 3:

”Esiintyy sähköä johtavaa likaantumista tai kuivaa, sähköä johtamatonta likaantumista, joka tulee johtavaksi kondensoitumisen seurauksena” (SFS-EN 60439-1 2005 23).

Likaantumisasaste 4:

”Likaantuminen kehittyy pysyvästi johtavaksi esimerkiksi johtavan pölyn, sateen tai lumen aiheuttamana” (SFS-EN 60439-1 2005 23).

2.6 Työmaakeskuksen rakenne

Työmaakeskusten on oltava tyyppitestattuja jakokeskuksia (TTA). Kaikki laitteet on sijoitettava koteloinnin sisäpuolelle, jossa on oltava liittämistä tai huoltoa varten mahdollisesti tarvittavat irrotettavat levyt, laipat tai ovet. Vain pistorasiat, kahvat ja ohjauspainikkeet saavat olla keskuksen ulkopinnalla käsiteltävissä ilman avainta tai työkalua edellyttäen, että ne kestävät vaaditut ympäristöolot sekä korroosion kestävyysden ja mekaanisen lujuuden vaatimukset. Pääkytkimen on oltava helposti käsiteltävissä. (SFS-EN 60439-4 2005 14.)

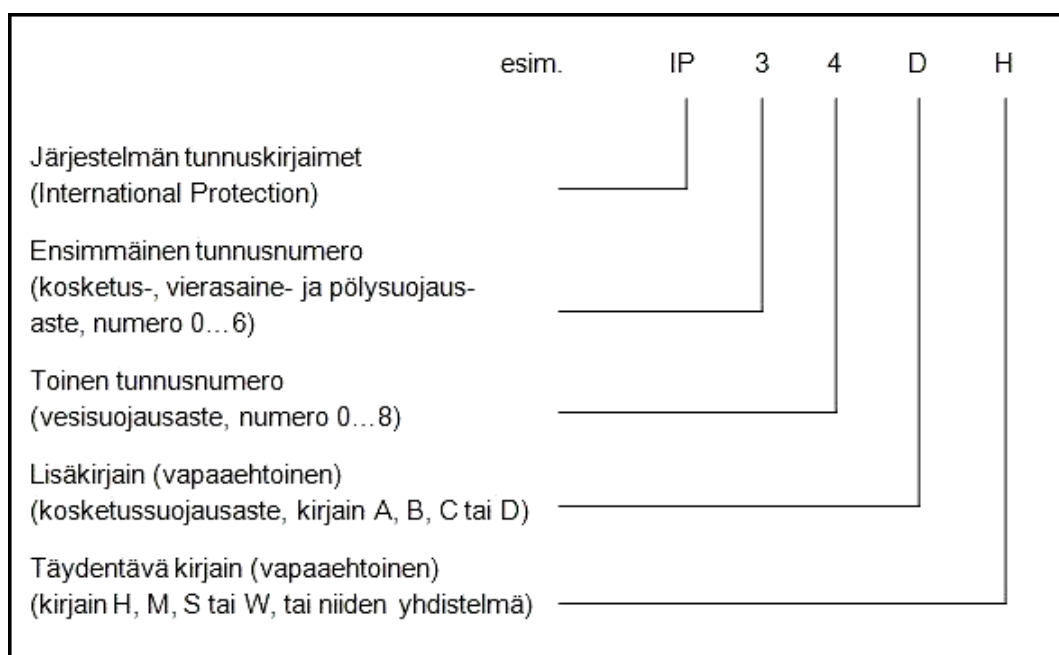
Kojeiden kiinnitys alustaansa ja alustan kiinnitys keskuksen runkoon tulee olla luotettava ja kestävä niihin kohdistuvat rasitukset. Nämä rasitukset on otettava huomioon esimerkiksi kojeiden sijoituksella ja riittävän tukevilla laitteiden kiinnityskiskoilla. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 29.)

Ovien ja kansien on oltava riittävän tukevia, sekä niiden tulee avautua riittävästi, että oven takana olevia laitteita voi käsitellä vaikeuksitta. Oven on yleensä avauduttava vähintään 120°. Lukitus- ja salpalaitteiden on toimittava luotettavasti ja helposti ymmärrettävästi. (SFS-KÄSIKIRJA 2005 30.)

Työmaakeskus tulee varustaa tukirakenteella, joka suojaa keskusta ja sen komponentteja sekä mahdollistaa keskuksen seisomisen vaakatasolla. Keskuksessa voi myös olla seinälle tai pylvääseen kiinnittämistä helpottavat rakenneosat sekä sen runkorakenteeseen lujasti kiinnitetyt nostolenkit tai -sangot. (SFS-EN 60439-4 2005 22.)

2.7 Kotelointiluokka

Kotelointiluokalla tarkoitetaan laitteen koteloinnin ominaisuutta suojata laitteen arkoja sisäosia vedeltä, pölyltä ja muilta ympäristötekijöiden rasituksilta. Kotelointi suojaa toisaalta myös ympäristöä laitteen koteloinnin sisällä olevien vaarallisten osien koskettamiselta. Sähkölaitteen kotelointiluokka ilmaistaan IP-koodilla. IP-koodi muodostetaan kuvan 1 mukaan. (SFS-KÄSIKIRJA 2005 97.)



KUVA 1. IP-koodin muodostuminen. (SFS-KÄSIKIRJA 2005 97)

TAULUKKO 1. IP-koodin numeroiden ja lisäkirjainten merkitys. (D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2006 153)

IP-koodin osat	Número tai kirjain	Merkitys laitesuojauksessa	Merkitys henkilösuojauksessa
Ensimmäinen tunnusnumero	0 1 2 3 4 5 6	Suojattu vieraiden esineiden ja pölyn sisäänpääsystä: ei suojausta kun halkaisija $\geq 50\text{mm}$ kun halkaisija $\geq 12,5\text{mm}$ kun halkaisija $\geq 2,5\text{mm}$ kun halkaisija $\geq 1,0\text{mm}$ pölysuojattu pölytiivis	Vaaralliset osat kosketus-suojattu: suojaamaton nyrkiltä sormelta työkalulta langalta langalta langalta
Toinen tunnusnumero	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Suojattu veden haitallisilta vaikutuksilta: ei suojausta tippuvalta vedeltä tippuvalta vedeltä (kallistus 15°) sateelta roiskevedeltä vesisuihkulta voimakkaalta vesisuihkulta lyhytaikainen upottaminen pitkäaikainen upottaminen	
Lisäkirjain (vapaaehtoinen)	A B C D		Vaaralliset osat kosketus-suojattu: nyrkiltä sormelta työkalulta langalta
Täydentävä-kirjain (vapaaehtoinen)	H M S W	Täydentävän kirjaimen merkitys: suurjännite 1) vesisuojaus koestettu laitteen käydessä vesisuojaus koestettu laitteen ollessa pysähdyksissä laite on koestettu erityisiin sääoloihin	

1) $>1000\text{ VAC}$ tai $>1500\text{ VDC}$

Työmaakeskuksen kaikkien osien koteloiluokan on oltava ovet suljettuina ja kaikki irrotettavat levyt ja laipat asennettuina vähintään IP44, jota tuuletus- ja kondenssi-vesiaukot eivät saa heikentää. Oven takana olevan sisäpuolisen käyttöpinnan koteloiluokka on oltava vähintään IP21 edellyttäen, että ovi voidaan sulkea käyttöolosuhteissa. Jos ovea ei voida sulkea, tulee käyttöpinnankin koteloiluokan olla vähintään IP44. Mikäli työmaakeskuksen sisäisen käyttöpinnan koteloiluokka poikkeaa pääosan koteloiluokasta, on valmistajan ilmoitettava kyseisen osan koteloiluokka erikseen. (SFS-EN 60439-4 2005 16.)

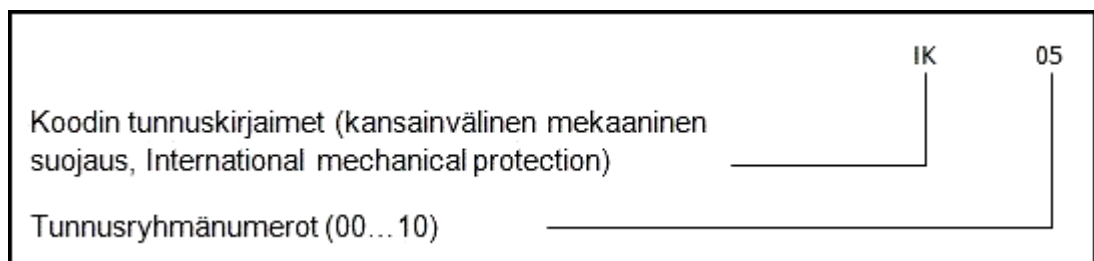
Esimerkiksi: IP44 – käyttöpinta IP21.

Tämä tieto voidaan esittää keskuksen tuoteselosteessa tai käyttöohjeessa.

Jos työmaakeskuksen kotelointi ei suojaa pistokytöntä, on pistokytimen koteloiluokan oltava vähintään luokkaa IP44 vastaava pistotulppa poistettuna ja myös täydellisesti rasiaan työnnettynä. (SFS-EN 60439-4 2005 16.)

2.8 Koteloinnin mekaaninen lujuus

Mekaanista lujuutta koskevat vaatimukset tarkoittavat, että keskuksen kotelointi kestää riittävästi iskuja. Keskuksen on myös oltava sidekiskoilla tms. tuettu, että se kestää kuljetuksen, asennuspaikalla tapahtuvan siirtelyn sekä käytön yhteydessä esiintyvät mekaaniset rasitukset. Keskuksen koteloinnin mekaanisen lujuuden vaatimukset riippuvat keskuksen käyttötarkoituksesta, esimerkiksi työmaakeskuksilla voi altistua pienille kolhuille pitää asiallisena käyttönä. Koteloinnin mekaaninen lujuus ilmoitetaan standardin SFS-EN 62262 mukaisella IK-koodilla. IK-koodin muodostuminen esitetään kuvassa 2. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 29.)



KUVA 2. IK-koodin muodostuminen. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 29)

Kukin IK-koodin tunnusryhmänumero edustaa taulukon 2 mukaista iskuenergiaa.

TAULUKKO 2. IK-koodin ja iskuenergian suhde. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 29)

IK-koodi	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Iskuenergia jouleina (J)	-	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20

Luokassa IK00 kotelointi ei täytä standardin SFS-EN 62262 vaatimuksia.

Keskuksessa käytettävien materiaalien tulee kestää normaalissa käytössä ja ympäristössä esiintyviä siihen kohdistuvia rasituksia, joita ovat esimerkiksi mekaaniset, sähköiset ja lämpörasitukset sekä kosteus. (SFS-EN 60439-1 2005 24.)

”Työmaakeskus on rakennettava kestävänsä mekaanisia iskuja, joiden kiihtyvyys on 500 m/s^2 , pulssimuotona pulssisinipulssi ja pulssin kesto aika 11 ms, joka vastaa laitetta, jota kuljetetaan irtolaisena kauan tavanomaisissa maantie- ja kiskokulkuneuvoissa. Työmaakeskusten on myös kestävä iskuja, joiden energia on 6 J, joka vastaa työmaakeskuksessa mekaanisiin käsittelylaitteisiin kohdistuvia rasituksia”. (SFS-EN 60439-4 2005 16.)

Myös keskuksen sisäisten suojauksien on oltava riittävän lujia. Niiden on kestävä esimerkiksi työkalun aiheuttamia iskuja, eivätkä ne saa irrota paikaltaan tai taipua tehottomiksi tai muutoin vaaraa aiheuttaviksi niihin asennuksen tai käytön yhteydessä kohdistuvissa rasituksissa. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 29.)

2.9 Keskusten korroosio ja korroosiosuojaus

Korroosio on aineen ja sen ympäristön välinen kemiallinen tai sähkökemiallinen reaktio. Yleensä korroosioalttiina pidetään metalleja, mutta muutkin aineet voivat olla sille alttiita. Korroosion syntymiseen ja sen nopeuteen vaikuttavat ympäristötekijät, erityisesti kosteus, happi ja epäpuhtaudet. Myös metallissa itsessään olevat epäpuhtaudet vaikuttavat korroosion edistymiseen. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 111.)

Työmaakeskusten korroosiosuojaukseen on käytettävä sopivia materiaaleja tai korroosiolle alttiit pinnat on pinnoitettava (SFS-EN 60439-4 2005 16).

2.9.1 Galvaaninen korroosio

Kun kaksi sähkökemiallisessa jännitesarjassa eri jännitepotentiaaliin kuuluvaa metallia liitetään toisiinsa, syntyy niiden välille jännite-ero eli ne muodostavat galvaanisen parin. Epäjalompi metalli omaa alhaisemman potentiaalin, joten siitä tulee anodi, joka syöpyy. Syöpymistapahtuman nopeus riippuu metallien potentiaalierosta sekä anodipinnan koosta verrattuna katodipinnan kokoon. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 111.)

Jakokeskuksilla galvaaninen korroosio esiintyy tavallisesti alumiiniosien ja kupariosien välisissä liitoksissa, jotka ovat yleensä johtimia, kiskoja ja liittimiä. Teräksen ja alumiinin välilläkin on potentiaaliero, joten epäedullisissa ympäristöoloissa tulee välttää alumiinisten ja teräksisten koteloinnin osien toisiinsa liittämistä, ainakin ilman niiden välissä olevaa suojakerrosta. Suojakerros koostuu suojarasvasta, jonka tehtävänä on estää kosteuden pääsy liitokseen ja suojata siten liitosta korroosion syntymiseltä. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 111.)

2.9.2 Kemiallinen korroosio

Ympäristön epäedulliset vaikutukset aiheuttavat yleensä korroosiota metalleissa. Kemiallista korroosiota aiheuttavat ilmassa olevat epäpuhtaudet, kuten suolat, emäkset ja hapot. Myös metalliin kosketuksissa oleva aine voi aiheuttaa kemiallista korroosiota. Esimerkiksi jakokaappien ja työmaakeskusten jalustat ja muiden maahan kosketuksissa olevien jakokeskusten osat altistuvat maaperässä olevien suolojen ja muiden korroosioita aiheuttavien aineiden vaikutukselle. Kosteus yhdessä teollisuus- ja kaupunki-ilmastossa olevien rikkiyhdisteiden kanssa on tavallisin korroosion aiheuttaja. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 113.)

2.9.3 Ympäristön luokittelu korroosiota aiheuttavien vaikutusten perusteella

Ympäristötekijöillä on ratkaiseva merkitys korroosion syntymiseen ja sen etenemiseen. Keskusten kotelointien korroosiosuojauksen arvioimiseksi voidaan niiden käyttöolosuhteet jakaa Suomessa korroosiorasituksen kannalta suuntaa antavasti taulukon 3 mukaisesti. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 114.)

TAULUKKO 3. Ympäristö vaikutus suojaustarpeeseen. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 114)

Ympäristötyyppi	Korroosiorasitus	Teräsosien suojaustarve
Teollisuusilmasto	voimakas, paikoin erittäin voimakas	II, I
Fossiilisia polttoaineita käyttävän voimalaitoksen tms. ympäristö	voimakas	II
Ilmasto rannikkoalueella	vähäinen, paikoin kohtalainen	IV, III
Kaupunki-ilmasto, pikkukaupunki	vähäinen, paikoin kohtalainen	IV, III
Kaupunki-ilmasto, suuri kaupunki	kohtalainen, paikoin voimakas	III, II
Maaseutuilmasto	vähäinen, vilkkailla liikennealueilla kohtalainen	IV, III
Kuivat sisätilat, yleensä	heikko	V
Kosteat sisätilat, yleensä	vähäinen tai kohtalainen	IV, III
Kosteat tai märät sisätilat, kemiallisia rasituksia	kohtalainen, voimakas, erittäin voimakas	III, II, I
Märät sisätilat	kohtalainen	III

Taulukossa 3 käytettyjen suojaustarpeiden selitykset:

- Suojaustarve I: tarvittaessa erikoiskäsittely, puhdistus, riittävän paksu sinkitys, passivointi ja vahva pulverimaalaus.
- Suojaustarve II: puhdistus, sinkitys, passivointi ja vahva pulverimaalaus.
- Suojaustarve III: puhdistus, sinkitys, passivointi ja pulverimaalaus.
- Suojaustarve IV: puhdistus ja pulverimaalaus.
- Suojaustarve V: puhdistus ja pulveri- tms. maalaus.

On otettava huomioon, että standardiympäristöä ei ole, koska olosuhteiden rasittavuuteen vaikuttavat muutkin tekijät kuin ilmasto. Jos esimerkiksi jakokeskuksen päälle jää seisomaan vettä, voi korroosiorasitus kyseisessä kohdassa olla huomattavasti suurempi kuin muulla ympäristöllä. Myös mekaaniset rasitukset lisäävät korroosioriskiä huomattavasti. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 115.)

2.9.4 Jakokeskusstandardien korroosiosuoja vaatimukset

Standardissa SFS-EN 60439-1 ei ole yksityiskohtaisia vaatimuksia korroosiosuojaukselle. Yleisvaatimus kuitenkin edellyttää, että keskus tehdään siten, että se kestää käyttöpaikkansa korroosiorasitukset. Testiä riittävän suojauksen toteamiseksi ei standardiin ole sisällytetty. Työmaakeskusten erityisvaatimuksissa korroosiosuojauksen testinä on jaksottainen kosteuskäsittely, joka simuloi kohtuullisen puhtaan ulkoilman rasitusta. Vaativin testaus ruostesuojauksen kannalta on tyhjien kotelointien standardissa SFS-EN 62208. Siinä edellytetään jaksotetut kostea lämpö ja suolasumutestit ulkoasennukseen tarkoitetuille koteloinneille ja lyhytaikaisempina jopa sisäasennukseen tarkoitetuille koteloinneille sekä ulkoasennuskoteloinnin sisällä oleville osille. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 115.)

Tavanomaisin teräslevystä valmistettujen keskusten suojaus on pulverimaalaus, maalikerrosta paksuntamalla saadaan kestävämpi pinnoite. Keskuksissa on runsaasti kokoonpano- ja liitinruuveja, joiden myös on kestettävä korroosiorasituksia. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 115.)

2.9.5 Muita keskuksen korroosiosuojaustapoja

Muovikoteloä käyttämällä välttään korroosio-ongelmilta. Muovikoteloissa tulee kuitenkin ottaa huomioon kemikaalien, lämpötilojen ja UV-säteilyn vaikutukset. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 116.)

Kevytvalukotelot ovat erittäin säänkestäviä, eivätkä ne oikein seostettuna tarvitse mitään pintakäsittelyä. Myös alumiinilevyä on käytetty koteloinneissa, mutta se ei ole aivan yhtä hyvä korroosionkesto-ominaisuuksiltaan kuin seostettu kevytvalu. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 116.)

Suojaus keskuksen sijoituksen ja rakenteen suojauksen avulla ovat merkittäviä korroosion ehkäisyssä. Samoin keskus, joka on tehty siten, että siinä ei ole syvennyksiä joihin voisi kerääntyä lunta tai vettä, kestää selvästi kauemmin kuin syvennyksiä sisältävä keskus. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 116.)

2.10 Keskukseen asennettavat komponentit

Keskukseen asennettavien kytkinlaitteiden ja komponenttien on oltava omien standardiensa mukaisia sekä käyttötarkoitukseen sopivia ottaen huomioon keskuksen ulkoisen rakenteen, niiden nimellisjännitteiden, nimellisvirran, nimellistaajuuden, käyttöiän, kytkentä- ja katkaisukyvyyn, oikosulunkestävyyden jne. (SFS-EN 60439-1 2005 190.)

Jos kytkinlaitteiden tai komponenttien oikosulunkestävyys ja/tai katkaisukyky ei ole tarpeeksi suuri asennuspaikalle, on niitä suojattava virtaa rajoittavilla laitteilla esimerkiksi sulakkeilla tai katkaisijoilla. Virtaa rajoittavaa suojalaitetta valittaessa on otettava huomioon laitteen suojauskoordinaation mukainen suurin sallittu arvo, jonka laitteen valmistaja ilmoittaa. (SFS-EN 60439-1 2005 190.)

2.11 Suojaus sähköiskuilta

Suojaus sähköiskuilta koostuu perussuojauksesta ja vikasuojauksesta. Suojauksen tarkoituksena on suojata ihmisiä ja kotieläimiä sähköiskuilta, mikä perustuu siihen, että vaaralliset jännitteiset osat eivät saa olla kosketeltavissa ja kosketeltavat johtavat osat eivät saa tulla jännitteisiksi normaaleissa olosuhteissa ja yhden vian olosuhteissa. Sähköasennuksen jokaisessa osassa on noudatettava yhtä tai useampaa suojausmenetelmää ja lisäksi pitää ottaa huomioon ulkoiset olosuhteet. (SFS 6000-4-41 2007.)

2.11.1 Perussuojaus

Perussuojauksella tarkoitetaan kosketussuojauksia, jonka avulla estetään ihmisiä ja kotieläimiä joutumasta kosketuksiin jännitteisten osien kanssa sähkölaitteiden ollessa normaalissa tilassa (D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2006 77).

2.11.1.1 Suojaus eristämällä jännitteiset osat

Eristyksen tarkoituksena on estää jännitteisten osien koskettaminen. Jännitteiset osat on kokonaan peitettävä eristyksellä, joka on poistettavissa vain rikkomalla. Eristysaineen on kestävä käytössä esiintyvät rasitukset. Esimerkkinä eristettävistä osista ovat mm. kaapelit. (SFS 6000-4-41 2007.)

2.11.1.2 Suojaus käyttämällä suojuksia tai kotelointia

Kaikkien ulkopintojen on oltava kotelointiluokaltaan vähintään IP44. Jännitteisten osien mekaanisten suojusten välisten etäisyyksien on oltava vähintään standardissa määritettyjen pintavälin ja vapaan ilmvälin suuruisia, elleivät nämä suojuukset ole eristysaineisia. (SFS-EN 60439-4 2005 18.)

Kaikkien suojuksien ja koteloinnin osien on oltava lujasti kiinnitetyt ja niiden on oltava riittävän lujia kestäämään normaalin käytön rasituksia (SFS-EN 60439-1 2005 24).

Jos on tarpeellista avata tai poistaa suojuksia, laippoja tai koteloinnin osia, on yhden seuraavista vaatimuksista oltava täytetty:

- a) Ulosottamiseksi, avaamiseksi tai irrottamiseksi on käytettävä avainta tai työkalua.
- b) Kaikkien oven avaamisen jälkeen tahattomasti kosketeltavissa olevien jännitteisten osien on erotuttava luotettavasti jännitteettömäksi ennen kuin ovi avautuu.

Jos keskuksen ovi on käyttöteknisistä syistä varustettu lukituslaitteella, joka mahdollistaa sähköalan ammattihenkilön pääsyn jännitteisten osien luo keskuksen ollessa jännitteisenä, on ohituksen tapahduttava apuvälineitä käyttäen ja lukituksen on automaattisesti palaututtava, kun ovi suljetaan.

- c) Keskuksessa on oltava puomi tai sulkulevy tms. suojus, joka suojaa kaikki jännitteiset osat siten, että niitä ei voi koskettaa tahattomasti oven ollessa auki. (SFS-EN 60439-1 2005 30- 31.)

Suojukset eivät saa olla poistettavissa ilman avainta tai työkalua.

2.11.1.3 Lisäsuojaus

Lisäsuojauksella on tarkoitus parantaa suojausta sähköiskuilta, kun pistorasiaan liitettyyn sähkölaitteeseen tulee vika käytön aikana tai viallinen sähkölaitte liitetään pistorasiaan (SFS 6000-4-41 2007).

Lisäsuojaus sähköasennuksissa toteutetaan vikavirtasuojakytkintä käyttämällä. Vikavirtasuojaus ei korvaa muita suojaustapoja, vaan täydentää niitä toimimalla perussuojauksen ja/ tai vikasuojauksen vioissa tai silloin kun käyttäjä on varomaton. Vikavirtasuojan käyttöä lisäsuojana vaaditaan esimerkiksi ulkopistorasioita syöttävissä piireissä, sekä monissa erityistapauksissa, kuten työmaakeskusten pistorasioissa.

On kuitenkin huomattava, että vikavirtasuoja ei estä onnettomuuksia, jotka aiheutuvat kahden eri potentiaalissa olevan jännitteisen osan samanaikaisesta koskettamisesta, koska mikään suojalaite ei voi erottaa johtimien välillä olevaa ihmiskehon resistanssia kulutuskojeen resistanssista. (D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2006 79.)

2.11.2 Vikasuojaus

Vikasuojauksella tarkoitetaan kosketusjännitesuojasta. Sen avulla estetään ihmisiä ja kotieläimiä koskettamasta vian seurauksena jännitteiseksi tulleita johtavia osia, niin että siitä aiheutuisi vaaraa. (D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2006 79.)

2.11.2.1 Syötön automaattinen poiskytkentä

Syötön automaattisella poiskytkennällä on tarkoitus estää ihmistä tai kotieläintä joutumasta koskettamaan eristysvian aiheuttamaa vaarallista kosketusjännitettä niin kauan, että siitä aiheutuisi vaaraa. Viasta aiheutuva vikavirta ja syntyvä kosketusjännite on poistettava niin nopeasti että siitä ei ole vaaraa. Suojauksen toiminnan edellytyksenä ovat suunniteltu vikavirtapiiri ja sopiva suojalaite. (D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2006 81.)

Vikavirtapiirissä on oltava johtava yhteys kaikkien asennuksesta syötettävien sähkölaitteiden jännitteelle alttiiden osien välillä. Vikavirtapiirin rakenne riippuu käytetystä maadoitusjärjestelmästä. (D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2006 82.)

Vikavirta kytketään pois sopivalla suojalaitteella. Syötön automaattisessa poiskytkennässä käytettäviä suojalaitteita ovat sulakkeet, johdonsuoja-automaatit ja vikavirtasuojakytkimet, mitä käytetään syötön nopeaan poiskytkemiseen ja palosuojaukseen. Poiskytkentäaika riippuu eri tekijöistä, kuten kosketusjännitteestä, vian todennäköisyydestä ja sen todennäköisyydestä, että henkilö koskettaa laitetta vian aikana. Sallitut kosketusjännitteet ja sen kestoajat perustuvat tehtyihin tutkimuksiin sähkövirran vaikutuksesta ihmiseen. (D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2006 82.)

2.11.2.2 Suojamaadoitus

Suojamaadoituksen tarkoituksena on yhdistää sähköasennuksen osa sekä asennuskohteen muut johtavat osat samaan potentiaaliin maan kanssa. Maadoittamisen ensisijaisena tarkoituksena on rajoittaa vikatapauksissa esiintyviä kosketusjännitteitä.

Jokaisessa asennuksessa johon tehdään maadoitus, on oltava päämaadoituskisko tai liitin, johon voidaan yhdistää suoja- ja maadoitusjohtimet. (D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2006 264.)

Keskuksen suojamaadoituspiiri koostuu erillisistä suojajohtimista tai johtavista rakenteista, taikka näistä molemmista. Suojamaadoituspiiri suojaa keskuksessa ilmenevän vian vaikutuksilta sekä keskuksen syöttämän ulkoisen piirin vian vaikutuksilta. Suojamaadoituspiirin kaikkien osien on kestettävä suurimmat termiset ja dynaamiset rasitukset, jotka voivat esiintyä keskuksen käyttöpaikalla. (SFS-EN 60439-1 2005 31.)

Keskus on rakennettava siten, että jännitteelle alttiit kosketeltavat osat keskenään ja verkon suojamaadoituspiiri ovat johtavassa yhteydessä toisiinsa. Suojamaadoituspiirin jatkuvuus on varmistettava keskuksen osien välisillä liitoksilla tai erillisillä suojajohtimilla. Jos keskuksen osa irrotetaan kotelosta esimerkiksi huollon vuoksi, ei keskuksen muulle osalle menevä suojamaadoituspiiri saa katketa. (SFS-EN 60439-1 2005 31- 32.)

Kansien, ovien, laippojen ja vastaavien osien normaaleja ruuvikiinnityksiä ja metallisaranoita voidaan pitää riittävinä tekemään luotettavan liitoksen edellyttäen, että osiin ei ole kiinnitetty mitään sähkölaitteita. Jos kanteen, oveen, laippaan tai tms. on kiinnitetty laite, jossa käytetään muuta kuin suojajännitettä, on ryhdyttävä toimenpiteisiin johtavuuden varmistamiseksi suojamaadoituspiirissä. Koteloinnin osat suositellaan varustettavaksi huolellisesti kiinnitetyllä suojajohtimella (PE), jonka poikkipinta riippuu ko. laitteen suurimmasta nimellisestä toimintavirrasta. Suojajohtimen poikkipinta valitaan taulukon 4 mukaan. (SFS-EN 60439-1 2005 32.)

TAULUKKO 4. Kuparisen potentiaalintasausjohtimen poikkipinta. (SFS-EN 60439-1 2005 32)

Nimelliskäyttövirta I_e A	Potentiaalintasausjohtimen vähimmäispoikkipinta mm^2
$I_e \leq 20$	S*
$20 \leq I_e \leq 25$	2,5
$25 \leq I_e \leq 32$	4
$32 \leq I_e \leq 63$	6
$63 < I_e$	10
* S = vaihejohtimen poikkipinta mm^2	

Mikäli työmaakeskuksen kotelointia käytetään suojamaadoituspiirin osana, on seuraavien ehtojen täyttyttävä:

- Sähköinen jatkuvuus on varmistettava suojaamalla piiri vahingollisilta mekaanisilta, kemiallisilta ja sähkökemiallisilta vaikutuksilta
- Johtavuuden on oltava vähintään samanlainen kuin taulukossa 5
- Lisäsuojajohtimet on voitava kytkeä johonkin ennalta määrättyyn liitäntäkohtaan. (SFS-EN 60439-4 2005 20.)

Yhteenliitettyjen keskuksen metalliosien voidaan katsoa muodostavan luotettavan suojamaadoituspiirin, mikäli liitokset ovat pysyviä, hyvin johtavia ja ne kestävät keskuksen maasulkuvirran. Osalla, joka varmistaa jännitteelle alttiiden kosketeltavien osien ja ulkoisten suojajohtimien välisen yhteyden, ei saa olla muita tehtäviä. (SFS-EN 60439-1 2005 32.)

Keskuksen suojamaadoituspiiri ei saa sisältää kytkinlaitteita lukuun ottamatta tapaus- ta, jolloin liitos voidaan avata pistoliittimellä tai pistokytkimellä. Tässä tapauksessa saa suojamaadoituspiiri avautua vasta sen jälkeen, kun jännitteiset piirit ovat avautuneet ja suojamaadoituspiirin pitää sulkeutua ennen jännitteisiä piirejä. (SFS-EN 60439-1 2005 33.)

Työmaakeskusten pistorasioiden ja – tulppien suojakoskettimet on yhdistettävä suojajohtimella keskuksen päämaadoitusliittimeen tai -suojakiskoon. Suojajohtimen on oltava poikkipinnaltaan vähintään $2,5 \text{ mm}^2$ lukuun ottamatta kaapelin osana olevaa suojajohdinta. (SFS-EN 60439-4 2005 20.)

Suojajohtimen poikkipinnan valinta voidaan tehdä taulukon 5 mukaisesti vaihejohtimien poikkipinnan perusteella. Mikäli taulukon soveltaminen johtaa epästandardiin poikkipintaan, valitaan suojajohtimeksi lähin standardin mukainen suurempi poikkipinta. (SFS-EN 60439-1 2005 33.)

TAULUKKO 5. Suojajohtimien (PE, PEN) poikkipinta. (SFS-EN 60439-1 2005 33)

Vaihejohtimen poikkipinta S mm^2	Vastaavan suojajohtimen (PE, PEN) vähimmäispoikkipinta S_p mm^2
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 400$	$S/2$
$400 < S \leq 800$	200
$800 < S$	$S/4$

Taulukon arvot koskevat sellaista suojajohdinta, joka on samaa metallia kuin vaihejohtimet. Jos näin ei ole, on suojajohtimen poikkipinta määriteltävä sellaiseksi, että johtimella on taulukon soveltamisesta saatua poikkipintaa vastaava johtokyky. (SFS-EN 60439-1 2005 33.)

PEN- johtimia koskevat seuraavat lisävaatimukset:

- Pienimmän poikkipinnan on oltava 10 mm^2 kuparia tai 16 mm^2 alumiinia
- PEN- johtimen ei tarvitse olla eristetty keskuksen sisällä
- Rakenneosia ei saa käyttää PEN- johtimena. Kuparista tai alumiinista valmistettuja pika-asennuskiskoja saa kuitenkin käyttää PEN- johtimena
- Taulukko 5 perustuu oletukselle, että nollajohtimen virrat eivät ole suurempia kuin 30 % vaihevirroista
- Tietyissä sovellutuksissa, joissa PEN- johtimen virta voi nousta korkeaksi, esimerkiksi laajoissa loistevalaisinasennuksissa, voi olla tarpeen käyttää johtokyvyltään vaihejohtimien suuruista tai suurempaa PEN- johdinta. Tästä on sovittava valmistajan ja käyttäjän tai tilaajan kesken. (SFS-EN 60439-1 2005 33.)

2.12 Ylivirtasuojaus

Ylivirtasuojauksella tarkoitetaan äärijohtimien ylikuormitussuojausta ja oikosulkusuojausta yhdellä tai useammalla syötön automaattisesti poiskytkevällä suojalaitteella. Käytössä on oltava suojalaitteet, joilla katkaistaan johtimissa kulkeva ylivirta, ennen kun se aiheuttaa lämpenemisestä tai mekaanisista vaikutuksista aiheutuvaa vaaraa tai vahinkoa mm. eristykselle, liitoksille tai päätteille. Kaikki vaihejohtimet tulee suojata ylivirtasuojalla. Ylivirtasuojan on katkaistava ylivirta, joka esiintyy kyseisessä vaihejohtimessa, mutta sen ei tarvitse katkaista virtaa muista jännitteisistä johtimista. Jos yksittäisen vaiheen katkaiseminen aiheuttaa vaaraa, kuten kolmivaihemootoreissa, on ryhdyttävä riittäviin varotoimenpiteisiin, esimerkiksi käytettävä kolmivaiheista johdonsuojakatkaisijaa, joka katkaisee virran kaikista vaiheista. Nollajohdinta ei tarvitse valvoa eikä siinä tarvitse olla suojauksia, mikäli nollajohtimen poikkipinta on sama kuin vaihejohtimien poikkipinta. Ylikuormitussuojauksia voidaan toteuttaa sulakkeilla, johdonsuoja-automaateilla tai katkaisijalla. (SFS 6000-4-43 2007.)

Kaapelia suojaavan ylikuormitussuojalaitteen on täytettävä seuraavat ehdot:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (2)$$

jossa

I_B on virta, jolle piiri on suunniteltu

I_Z on johtimen jatkuva kuormitettavuus

I_N on suojalaitteen mitoitusvirta

I_2 on virta, joka varmistaa suojalaitteen toimimisen suojalaitteelle määritellyssä tavanomaisessa toiminta-ajassa.

Nykyisin ylivirtasuojaukseen käytetään usein johdonsuojakatkaisijoita. Käytettäessä johdonsuojakatkaisijaa ylikuormitussuojaukseen on sen mitoitus yksinkertaista kaavojen 1 ja 2 mukaisesti. Koska B-, C- ja D-tyypin johdonsuojakatkaisijoilla terminen toimintarajavirta on 1,45 kertaa suojalaitteen nimellisvirta, voidaan suojalaite valita suoraan johdon kuormitettavuuden perusteella. Esimerkiksi johdon kuormitettavuuden ollessa 16 A valitaan ylikuormitussuojaksi 16 A:n johdonsuojakatkaisija. (D1 Rakennusten sähköasennukset 2006 239- 241.)

Oikosulkuutilanteissa yleisesti käytössä olevien johdonsuojakatkaisijoiden katkaisukyky on 400 V:n jännitteellä 6 kA tai 10 kA. Katkaisukyky tulee valita suuremmaksi kuin esiintyvä oikosulkuvirta.

Mikäli suojalaitteen katkaisukyky on pienempi kuin asennuspaikalla esiintyvä prospectiveivinen oikosulkuvirta, tulee suojalaitteen syöttöpuolella olla riittävän katkaisukyvyn omaava toinen suojalaite, esimerkiksi sulake tai kompaktikatkaisija. Tällaisessa tapauksessa suojalaitteiden ominaisuudet on sovittava yhteen niin, että suojalaitteiden läpi kulkeva energia ei ylitä arvoa, jonka kuormituspuolen suojalaite ja suojattavat johtimet kestävät vahingoittumatta. (SFS 6000-4-43 2007.)

2.13 Oikosulunkestävyys

Oikosulku voi tapahtua keskuksen sisällä, keskuksen syöttämässä johdossa tai johon liitettyssä laitteessa. Oikosulun rasitukset ovat termisiä ja dynaamisia. Keskuksilla tärkeimmät rasitukset oikosulunkestävyyden kannalta ovat sähködynaamiset rasitukset. Oikosulkuvirta aiheuttaa dynaamisesti rasittavan voiman keskuksen kokoomakiskojen välille ja muidenkin oikosulkupiirien osien välille. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 105.)

Jos käyttäjä tai tilaaja ei ilmoita keskuksen käyttöpaikalla esiintyvää oikosulkuvirtaa, valmistaja käyttää keskuksen mitoitusperusteena keskuksen tuoteselosteessa, esitteessä tms. teknisessä dokumentissa keskukselle ilmoitettua oikosulunkestävyyttä. Keskusten tulisi kestää vähintään taulukon 6 mukaisia syöttöliittimissä esiintyvän oikosulkuvirran arvoja. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 57.)

TAULUKKO 6. Oikosulkukestävyyden suositellut vähimmäisarvot 400 V jännitteellä.
(SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 57)

Keskuksen nimellisvirta I_n A	Terminen nimelliskestovirta (oikosulkuvirran tehollisarvo) I_{cw} kA	Dynaaminen nimelliskestovirta (huippuarvo) I_{pk} kA
≤ 125	< 5	$< 7,5$
$> 125 \leq 250$	5,0	7,5
$> 250 \leq 400$	6,3	10,7
$> 400 \leq 630$	12,5	25,0
$> 630 \leq 800$	16,0	32,0
$> 800 \leq 1000$	20,0	40,0
$> 1000 \leq 1600$	25,0	52,5
$> 1600 \leq 2000$	31,5	66,2
$> 2000 \leq 2500$	40,0	84,0
$> 2500 \leq 3150$	50,0	105
> 3150	Valmistajan ja käyttäjän/ tilaajan sopimuksen mukaan	

Nolla- ja suojakiskojen oikosulkukestävyyden tulee olla vähintään 60 % vastaavien vaihekiskojen kolmivaiheisen oikosulkuvirran arvosta (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 58).

Keskusten oikosulkukestoisuus määritellään testaamalla. Standardi SFS-EN 60439-1 ei kuitenkaan vaadi testausta, mikäli keskuksen terminen nimelliskestovirta I_{cw} on enintään 10 kA tai jos keskus on suojattu virtaa rajoittavilla laitteilla, joiden rajoittama oikosulkuvirran huippuarvo (dynaaminen nimelliskestovirta I_{pk}) ei ylitä keskuksen syöttöliittimissä 17 kA:a. Tällöin keskuksen oikosulkulujuus voidaan ilmoittaa ”epämääräisenä”, esimerkiksi $I_{cw} \leq 10$ kA ja $I_{pk} \leq 17$ kA, jota suositellaan kuitenkin käytettäväksi nimellisvirraltaan enintään 250 A keskuksissa. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 58.)

3 TYÖMAAKESKUKSET JA KOMPONENTIT

3.1 Yleistä työmaakeskuksista

Työmaakeskukset ovat tilapäistyökohteiden keskuksia, joita käytetään mm. rakennustyömailla, ennen kuin rakennuksen oma sähköjakelujärjestelmä saadaan rakennettua, sekä messuilla ym. tapahtumissa. Ne voivat olla puolikiinteästi asennettavia tai siirrettäviä keskuksia. Työmaakeskus voi olla tarkoitettu muodostamaan koko asennus tai osan asennusjärjestelmää sarjassa muiden yhteensopivien työmaakeskusten kanssa. Työmaan kulutuslaitteita syötetään työmaakeskuksen pistorasioista, joiden tulee olla suojattu kosketukselta ja kosketusjännitteeltä standardin SFS 6000-4-41 mukaisesti. (SFS-EN 60439-4 2005; Mäkinen Pertti A.)

Seuraavaksi on esitetty työmaakeskuksista käytettyjen nimikkeiden määritelmät.

Työmaan pääkeskus: Työmaakeskus, joka toimii työmaa-asennuksen syöttöverkon puolella liittymiskeskuksena, jolla liitytään sähköverkkoon ja jonka lähtöyksiköihin työmaan sähköasennukset liitetään. Pääkeskuksessa on yleensä oltava myös energian mittauslaitteet. Kuvassa 3 on esimerkki työmaan pääkeskuksesta. (SFS-EN 60439-4 2005 40.)



KUVA 3. Työmaan pääkeskus. (Cramo Finland Oy)

Työmaan alakeskus: Työmaakeskus, joka liitetään suuremman työmaakeskuksen kuormituspuolelle. Alakeskuksen pistorasioihin voidaan liittää työmaan pistorasiakoteloita ja siirrettäviä sähkölaitteita. Kuvassa 4 on esimerkki työmaan alakeskuksesta. (SFS-EN 60439-4 2005 40.)



KUVA 4. Työmaan alakeskus. (Cramo Finland Oy)

Työmaan pistorasiakeskus: Työmaakeskus, jonka kaikissa lähtöliitännöissä on pistorasiat. Kuvassa 5 on esimerkki työmaan pistorasiakeskuksesta. (SFS-EN 60439-4 2005 40.)



KUVA 5. Työmaan pistorasiakeskus. (Cramo Finland Oy)

Työmaakeskuksen suunnittelussa on tärkeää, että komponentit ja rakenne täyttävät niille standardeissa annetut vaatimukset. Standardien lisäksi suunnittelussa on apuna yhteistyöyritysten kanssa käydyt haastattelut, joista saa yksityiskohtaista tietoa yritysten tarpeista.

3.2 Komponentit ja tilat

Komponenttien on oltava asianmukaisten standardien mukaisia.

Komponenttien valintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. Niiden nimellisarvot, toiminnot ja luokittelut tulee selvittää ennen komponentin valintaa. Eräillä komponenteilla on esimerkiksi käyttölämpötilaluokkia ja mekaanisen lujuuden luokkia, jotka selviävät tavallisesti valmistajan tuote-esitteestä tai ko. komponenttia koskevasta standardista. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 61.)

Komponentit tulee asentaa keskukseen valmistajan ohjeen mukaan selväpiirteisesti ja ryhmitellä ne loogisesti, että hankalissa työmaaoiloissa keskusten käyttäminen ja komponenttien käsittely olisi mahdollisimman yksinkertaista (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 61).

Komponenteille tulee varata riittävät tilat, että ne voidaan asentaa luotettavasti ja että ne ovat helposti luokse päästävissä niin, että huoltotoimenpiteiden yhteydessä ei jouduta haitallisessa määrin irrottamaan tai purkamaan muita komponentteja eikä niiden johtimia (SFS 6000-8-810 2007).

3.2.1 Sähkönsyöttö

Työmaakeskuksessa on oltava liittimet syöttökaapelin kytkemistä varten, tai sen sähkönsyöttö voi olla toteutettu pistokytkimellä, tai näillä molemmilla. Syöttökaapelin tulisi olla kumikaapelia ja tarpeeksi pitkä, että saavutetaan riittävä liikuteltavuus työmaalla.

3.2.1.1 Syöttöliittimet

Keskukseen varataan kullekin liitettävän johdon johtimelle oma liitin tai omalla johtimen kiinnitysosalla varustettu johdintila. Standardit vaativat omat liittimet kaikille nol-la- ja suojajohtimille, äärijohtimia voidaan samaan liittimeen liittää tarvittaessa kaksi, mikäli liittimen valmistaja on suunnitellut liittimen tällaiseen käyttöön ja liittimen rakenne ja koko sen sallivat. Keskusvalmistajan lähtökohtana kuitenkin on se, että jokaiselle johtimelle on liittimessä oma johdintila. Joissakin tapauksissa, esimerkiksi syötön ketjutuksessa, voidaan käyttää kahdelle tai useammalle johtimelle sopivaa liitintä. Tällöinkin tulisi jokaiselle liitettävälle johtimelle olla omalla kiinnitysruuvilla varustettu johdintila. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 36.)

”Valmistajan on ilmoitettava, ovatko liittimet tarkoitetut kupari- ja/tai alumiinijohtimien liittämiseen. Liittimien on oltava sellaiset, että ulkoiset johtimet voidaan liittää tavalla, jolla saadaan luotettava, nimellisvirtaa sekä laitteiden ja johtimien oikosulunkestävyyttä vastaava kosketuspaine”. (SFS-EN 60439-1 2005 27.)

Työmaakeskuksissa suositellaan käytettäväksi ruuviliittimiä niiden siirreltävyyden, ja sen aiheuttaman kytkentöjen määrän vuoksi. Ruuviliitin helpottaa ja nopeuttaa kytkentää. Yleisesti jakokeskusvalmistajilla on käytössä ns. vaihtoliittimet, joihin voidaan kytkeä liittimen tuoteselosteessa tai asennusohjeessa kerrottujen maksimipoikkipintojen mukaiset alumiini- tai kuparikaapelit. Työmaakeskuksissa tämä tulee huomioida erityisesti, koska keskuksen sähkönsyöttöön voidaan käyttää tilanteesta riippuen alumiini- tai kuparimaakaapelia tai kumikaapelia. Sähkönsyöttö voi myös olla 4- tai 5-napaisella kaapelilla toteutettu, joten keskukseseen tulee varata liittimet TN-C- ja TN-S-järjestelmien kytkemistä varten. Koska käytettävää syöttökaapelia ei voida tarkasti tietää, on nolla- ja PEN-johtimen liittimet varattava yhtä suureksi kuin äärijohtimien liittimet.

Ulkoisten johtimien liitántään tarkoitetuilla liitinruuveilla ja -muttereilla ei kiinnitetä muita osia. Riittävästi mitoitettuihin liittimiin voidaan kuitenkin asentaa sisäisiä johtimia. Sisäisten johtimien tulee olla asennettu siten, että ne eivät irtoa tai siirry paikaltaan ulkoisia johtimia liitettäessä ja että ne voidaan liittää vaikeuksitta. Sisäisille johtimille on oltava oma liitántätila ja kiinnitysosa. Liittimen on oltava sellainen, että johdin ei vahingoitu liittimessä ja se puristuu luotettavasti liitinpintojen väliin. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 37.)

Liittimiä valittaessa on otettava huomioon seuraavat asiat:

- Johtimien kuormitus ja oikosulkulämpötilat
- Johtimien materiaali ja poikkipinta
- Johtimen laji, esimerkiksi yksilankainen tai monisäikeinen
- Korroosio
- Käytettävissä olevat työkalut.

Eräältä yhteistyöyritykseltä tuli haastattelussa toive liittimien mitoitusta koskien, että työmaakeskukseen syöttöliittimet valittaisiin nimellisvirran vaatimaa kokoa yhtä pykälää suuremmaksi. Johtuen siitä, että kaikkia kaapelikokoja ei ole käytössä, vaan asennukseen voidaan käyttää vaaditusta poikkipinnasta seuraavaa suurempaa poikkipintaa.

Liittimet on sijoitettava siten, että kaapelit voidaan liittää niihin helposti ja luotettavasti. Keskukseen on varattava riittävästi tilaa syöttökaapelin liittämistä varten, varsinkin suuripoikkipintaisten kaapeleilla, joiden vapaan liitäntätilan minimimitat on annettu taulukossa 7.

TAULUKKO 7. Suuripoikkipintaisten johtimien vapaan liitäntätilan minimimitat. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 41)

Johdinpoikkipinta mm ²	Vapaa liitäntätila mm
16...25	100
35...50	150
70...120	200
150...185	300
240...300	400

”Liitäntätila voi olla pienempi, jos johtimien liitäntä on tehty helpoksi muilla toimenpiteillä, kuten liittimien sopivalla sijoituksella, tuomalla johtimet sopivasta suunnasta liittimille tai käyttämällä irrotettavia laippoja” (SFS 6000-8-810 2007).

Kaapelin sisäänvienti on hyvä varustaa tehokkaalla vedonpoistimella, joka estää kaapelin vetorasituksen kohdistumasta liittimiin. Vedonpoistimen on oltava eristetty, ettei kaapelin vaippa puristu metallipintoja vasten. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 41-42.)

Suurilla syöttökaapeleilla tulee keskuksen suunnittelussa ottaa huomioon kaapeleiden taivutussäteet.

3.2.1.2 Sähkönsyöttö pistokytkimellä

Kun keskus liitetään sähkönsyöttöön pistokytkimellä, tulee liitäntäjohtona käyttää riittävän kestäväää ja taipuisaa kumikaapelia, yleisesti käytössä oleva kumikaapelin tyyppi on H07RN-F.

Sähkönsyöttö kojevastaketta käyttäen

Keskuksessa voi olla kojevastake, johon syöttökaapeli liitetään kolmivaiheisella pistokkeella. Kojevastakkeessa on tappi- eli urososat ja siihen liitettävässä pistokkeessa on holkki- eli naarasosat, joiden yhdistäminen toimii kosketinpintana liitoksessa. Syöttökaapeli on siis liitettävissä ja erotettavissa ilman työkalua.

Sähkönsyöttö lyhyttä liittymisjohtoa käyttäen

Keskukseen voidaan asentaa kiinteästi lyhyt liitäntäjohto, jonka päässä on pistokytin. Liitäntäjohtossa tulee olla riittävän luotettava vedonpoisto ja johdon taipuminen liian jyrkkään kulmaan tulisi estää kaapelivaurioiden välttämiseksi. Sähköä syötetään esimerkiksi jatkojohtolla, joka liitetään keskuksen liitäntäjohtoon pistokyttimeen.

3.2.2 Erotuslaitteet

Työmaakeskuksen syötössä on oltava laite tai laitteet erotusta ja kytkentää varten. Nimellisvirraltaan yli 16 A pistokytintä ei saa käyttää pääkytkimenä, mutta se soveltuu erotuskytkimeksi. Tällöin tulee kuitenkin keskuksessa käyttää erillistä pääkytkintä kuorman irti kytkemiseen. Pääkytkin on oltava helposti käsiteltävissä. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 344.)

3.2.3 Johdonsuojakatkaisijat

Työmaakeskuksissa käytetään johdonsuojakatkaisijoita niiden helppokäyttöisyyden ja kompaktin koon vuoksi. Johdonsuojakatkaisijoita käytetään keskuksissa ylikuormitus-suojaukseen ja oikosulkusuojaukseen.

Ylikuormitussuojaus

Ylikuormitussuojauksen tarkoituksena on suojata johtoa normaalia kuormitusvirtaa suuremmilta virroilta. Hyvin mitoitettu ylikuormitussuoja katkaisee ylikuormitusvirran vasta silloin, kun johdon suurin sallittu lämpenemä on ylittymässä. Tällöin ylikuormitussuoja mahdollistaa johdon täyden kuormitettavuuden. (Äimälä 2010.)

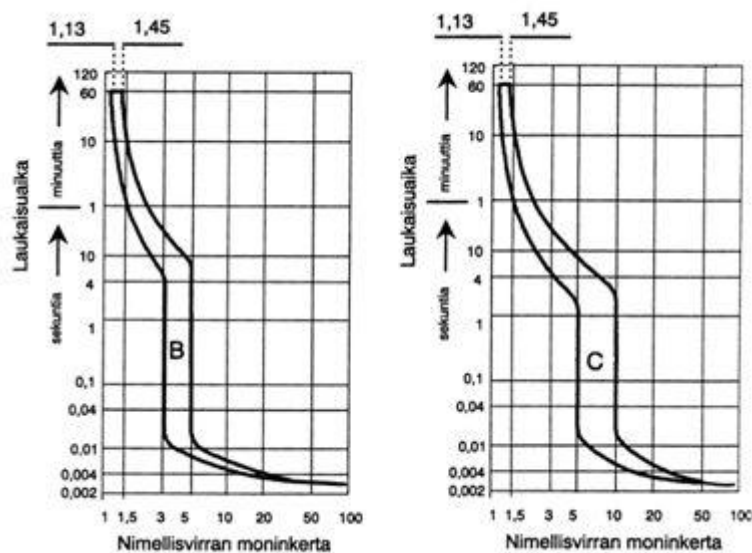
Oikosulkusuojaus

Oikosulkusuojan tarkoituksena on katkaista oikosulkuvirrat, jotka voivat olla monin verroin suurempia kuin normaalit kuormitusvirrat. Oikosulkusuojalta vaaditaan suurta oikosulkuvirran katkaisukykyä, ettei oikosulkuvirta ehdi aiheuttamaan tuhoja. Lisäksi oikosulkuvirrat on katkaistava mahdollisimman nopeasti. (Äimälä 2010.)

Johdonsuojakatkaisijan valinta

Johdonsuojakatkaisijan valinnassa tulee ottaa huomioon katkaisukyky, nimellisvirta ja -jännite sekä laukaisukäyrä. Suositeltavat nimellisvirrat ovat 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 ja 125 A. Johdonsuojakatkaisijan nimellisvirta voidaan valita suoraan johdon kuormitettavuuden perusteella. Yleisesti käytössä olevien johdonsuojakatkaisijoiden katkaisukyky 400 V:n jännitteellä on 6 tai 10 kA, joka on yleensä riittävä. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 238.)

Laukaisukäyrän valintaan vaikuttaa kuormitustyyppi. B-typin johdonsuojakatkaisija soveltuu parhaiten resistiivisille kuormille, joissa ei esiinny suuria käynnistysvirtoja. C-typin johdonsuojakatkaisija soveltuu resistiivisille ja lievästi induktiivisille kuormille, esimerkiksi pistorasiaryhmille. D-typin johdonsuojakatkaisija on tarkoitettu esimerkiksi moottorikäyttöjen suojaukseen, koska niissä esiintyy suurempia käynnistysvirtoja. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 240.)



KUVA 6. B- ja C- tyyppin laukaisukäyrät. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005 241)

Työmaakeskuksissa käytetään yleisesti C-typin johdonsuojakatkaisijoita, koska työmaakeskuksissa on pääasiassa vain pistorasiaryhmiä ja C-tyyppi kestää B-tyyppiä paremmin käynnistysvirtoja.

3.2.4 Vikavirtasuojakytkimet

Työmaakeskuksissa vikavirtasuojakytkimiä käytetään perussuojauksen lisäsuojana ja vikasuojauksessa syötön nopeaan poiskytkentään (D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2006, 226).

Vikavirtasuojakytkimien käyttäminen työmaakeskuksissa on erityisen tärkeää sen vuoksi, että esimerkiksi kaapelit altistuvat koville rasituksille, jolloin voi herkästi tulla kaapelivaurioita. Lisäksi asennukset altistuvat usein kosteudelle, jolloin pienetkin vuoriot kaapelien eristyksessä ovat vaarallisia.

Yhdellä vikavirtasuojalla voidaan suojata useampaa virtapiiriä. Suojatuissa piireissä normaalisti esiintyvät vuotovirrat eivät kuitenkaan saa aiheuttaa vikavirtasuojan laukeamista. Tällaisissa tapauksissa on harkittava suojattavien virtapiirien lukumäärää. Esimerkiksi, yhdellä vikavirtasuojalla ei suojattaisi enempää kuin kuutta pistorasiaryhmää. Sähköasennuksen osat, joissa käyttökeskeytyksistä aiheutuu suurta haittaa, on syytä suojata omalla vikavirtasuojakytkimellä. (D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2006, 230.)

Työmaakeskuksissa enintään 32 A pistorasioita syöttävät piirit on suojattava mitoitus-toimintavirrallaan enintään 30 mA vikavirtasuojalla. Mikäli 32 A pistorasiaa käytetään muun työmaakeskuksen syöttämiseen, sitä ei tarvitse suojata 30 mA vikavirtasuojakytkimellä. Tässä tapauksessa tulee pistorasian käyttö muuhun tarkoitukseen estää rakenteella tai pistorasian viereen asennettavalla varoituskilvellä. Mitoitustoimintavirrallaan yli 32 A pistorasiat on suojattava mitoitustoimintavirrallaan enintään 500 mA vikavirtasuojakytkimellä. (SFS 6000-7-704 2007.)

Vikavirtasuojakytkimiä on olemassa useampaa eri tyyppiä. Vikavirtasuojan tyyppiä valittaessa tulee ottaa huomioon, minkälaista kuormaa suojattuun piiriin liitetään. AC-tyypin vikavirtasuojat toimii ainoastaan vaihtovirralla, ja sähkölaitteissa olevan elektronisen säädön takia vikavirta ei ole puhdasta vaihtovirtaa, vaan usein pulssimaista tasavirtaa. Tämän vuoksi AC-tyypin vikavirtasuojaa ei suositella käytettäväksi lisäsuojauksessa. Standardi suosittelee käytettäväksi A- tai B-tyypin vikavirtasuojia. A-tyyppi sopii vaihtovirralla ja pulssimaisella tasavirralla ja B-tyyppi vaihtovirralla ja puhtaalle tasavirralla. (D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2006, 226; SFS 6000-5-53 2007.)

Vikavirtasuojakytkimen valinnassa on edellä mainittujen asioiden lisäksi otettava huomioon, että vikavirtasuojakytkin on nimellisvirraltaan vähintään yhtä suuri kuin sitä edeltävä ylikuormitussuoja. Mikäli ylikuormitussuojat ovat vikavirtasuojan perässä, ei niiden vaihetta kohti yhteenlaskettu nimellisvirta saa ylittää vikavirtasuojan nimellisvirran arvoa. Jos kuitenkin vikavirtasuojan perään kytketään sen nimellisvirtaa suurempi määrä ylikuormitussuojia, tulee vikavirtasuojakytkintä suojata ylikuormitussuojalla, jonka nimellisvirta on korkeintaan vikavirtasuojan nimellisarvon suuruinen. (ST 53.12 2008.)

Vikavirtasuojakytkin on sijoitettava keskukseen siten, että sen käyttöelin ja testauspainike ovat helposti käsiteltävissä. Vikavirtasuojan läheisyyteen on asennettava kilpi, jossa käyttäjää muistutetaan ja annetaan ohjeita vikavirtasuojan testauksesta testipainikkeen avulla. Suositeltava testausväli on puoli vuotta. (D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2006, 230.)

3.2.5 Pistokytkimet

Pistokytkimillä tarkoitetaan pistotulppia, pistorasioita, jatkopistokytкимиä, kojepistokytкимиä ja kojevastakkeita. Pistorasiat voivat olla yksi- tai kolmivaiheisia. Kulutuskojetta syöttävä johto liitetään niihin yksivaiheisella pistotulpalla tai kolmivaiheisella pistokkeella. Pistokytkimen täytyy olla nimellisvirraltaan vähintään yhtä suuri kuin sitä suojaava ylikuormitussuoja.

Työmaakeskusten pistorasioiden on oltava nimellisvirraltaan vähintään 16 A ja teollisuuskäyttöön tarkoitettujen pistokytkimien vaatimuksia käsittelevän SFS-EN 60309-2 standardin mukaisia. (SFS 6000-7-704 2007)

Kotelon rakenne on pyrittävä tekemään niin, että se suojaa mahdollisimman hyvin pistokytкимиä niihin kohdistuvilta rasituksilta. Jos kotelo ei suojaa pistokytkimintä, on sen vastattava kotelointiluokkaa IP44. Pistokkeiden rakenne täytyy olla sellainen, että ne eivät sovi nimellisvirroiltaan tai -jännitteiltään erilaisiin pistorasioihin, jotta vältytään liitäntävirheitä. Kolmivaiheisissa pistokytkimissä asennus tulee tehdä siten, että vaihejärjestys säilyy samana. (SFS-EN 60439-4 2005.)

3.2.6 Energiamittaus

Energian mittausta varten mittarille täytyy varata keskukseen standardeissa määritellyn mukainen tila, joka on riittävä mittarin asennusta varten. Mittarin alustana on mitausristikko tai jokin muu vastaavat kiinnitysmahdollisuudet tarjoava toistuvakäyttöinen alusta. Nykyään täytyy mittaustilaa määrittäessä ottaa huomioon kaukoluettavat mittarit ja niiden vaatima tila. Energiamittareista saa tarkempia tietoja mittareiden valmistajilta ja maahantuojilta sekä energiaa myyviltä yhtiöiltä. Energiayhtiöiltä saa myös niiden käyttämät mittareiden kytkennät. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005, 118.)

Mittauksessa suositellaan käyttämään 63 A:iin asti suoramittausta, jossa mitattava sähkönkäyttö kulkee suoraan mittarin kautta kiskostoon, haaroittimeen tai muuhun keskuksen osaan, josta virta jaetaan suojalaitteille, esimerkiksi johdonsuojakatkaisijoille.

Epäsuoraa mittausta käytetään yli 63 A keskuksissa, koska mittarit eivät kestä suurten sähkönkäyttöjen kuormitusta. Epäsuorassa mittauksessa mitattava sähkönkäyttö kulkee mittamuuntajien läpi. Mittarilukeman ja mittamuuntajien muuntosuhteen avulla saadaan laskettua todellinen energiankulutus. (Helsingin Energia, energiasanasto.)

Kun käytetään epäsuoraa mittausta, täytyy mittamuuntajille varata keskukseen riittävä tila, joka on esimerkiksi 800 cm^2 ja tilan lyhin sivu pituudeltaan 200 mm. Mikäli sähköenergian myyjä sallii, voidaan mittamuuntajat tarvittaessa sijoittaa jonkin verran pienempään tilaan. Tarvittaessa varataan mittauksen jännitevarokkeille ja riviliittimille noin 200 cm^2 lisätilat. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005, 118.)

Mikäli mitataan energianmyyjän sähköä, tulee sinetöintimahdollisuus olla niissä keskuksen tiloissa, joista on mahdollista saada otettua mittaamatonta sähköä. Sitä varten tilojen kannet ja ovet on varustettava sinetöintikulmilla tai vastaavilla. Sinetöintiin voidaan käyttää kansien kiinnityksessä käytettäviä sinetöintiruuveja. Sinetöinti on järjestettävä siten, että sitä ei voi ohittaa jälkiä jättämättä. (SFS-KÄSIKIRJA 154 2005, 118.)

4 TESTAUKSET

4.1 Tyypitestit

Tyypitesteillä todetaan, että tietty keskusrakenne täyttää standardissa esitetyt vaatimukset. Tyypitestit tehdään keskukselle tai sen saman - tai vastaavanlaisena valmistetulle osalle. Keskusjärjestelmän standardin mukaisuus todetaan järjestelmästä koottavia keskuksia mahdollisimman hyvin edustavan mallikeskuksen tyypitesteillä. Vakiorakenteisten keskusten tyypitestit tehdään ko. keskusten tai keskussarjan tuotantokappaleille. Testit on suoritettava valmistajan aloitteesta. Tyypitesteihin sisältyvät seuraavat kohdat:

- Lämpenemistesti
- Jännitetesti
- Oikosulunkestävyyden testaus
- Suojamaadoituspiirin tehokkuuden tarkastus
- Ilma- ja pintavälien tarkastus
- Mekaanisen toiminnan tarkastus
- Kotelointiluokan tarkastus
- Mekaanisen lujuuden testaus
- Korroosionkestävyyden testaus.

Jos keskuksen komponentteihin tehdään muutoksia, uusintatestejä tarvitaan ainoastaan, jos muutokset vaikuttavat epäedullisesti aiemmin tehtyjen testien tuloksiin (SFS-EN 60439-1 2005 50- 51; SFS-EN 600439-4 2005 22).

4.1.1 Lämpenemistesti

Jakokeskus standardissa on määritelty keskuksen eri osille lämpenemisrajat, joita ei saa ylittää. Lämpenemistestillä testataan, että nämä määräykset toteutuvat. Testi tehdään keskuksen nimellisvirran arvoilla normaalikäyttöä vastaavasti, kojeiden ja koteloinnin osien ollessa asennettuna keskukseen. Testi voidaan myös tehdä käyttämällä lämmitysvastuksia, joilla saadaan aikaan keskukseen asennettuja kojeita vastaava häviöteho. Lämpeneminen testin lopussa ei saa ylittää standardin taulukossa määriteltyjä arvoja. Kojien on toimittava moitteettomasti niille määriteltyjen jänniterajojen puitteissa keskuksen sisällä olevassa lämpötilassa. (SFS-EN 60439-1 2005 52- 57.)

4.1.2 Jännitetestit

Jännitetestit on tehtävä syöksyjännitekestotestinä, mikäli valmistaja on ilmoittanut nimellissyöksykestojaännitteen U_{imp} . Muussa tapauksessa testi tehdään seuraavalla tavalla. Testijännite kytketään keskuksen kaikkien jännitteisten osien ja yhteen kytkettyjen jännitteelle alttiiden kosketeltavien osien välille sekä jokaisen navan ja keskuksen yhteen kytkettyihin jännitteelle alttiisiin kosketeltaviin osiin yhdistettyjen kaikkien muiden napojen välille. (SFS-EN 60439-1 2005 57- 60)

Taulukossa 8 on annettu pääpiireille valittavat testijännitteet.

TAULUKKO 8. Pääpiireille valittava testijännite. (SFS-EN 60439-1 2005 58)

Nimellinen eristysjännite U_i (vaiheiden välillä) V	Jännitetestin testijännite vaihtosähkö, tehollisarvo V
$U_i \leq 60$	1000
$60 < U_i \leq 300$	2000
$300 < U_i \leq 690$	2500
$690 < U_i \leq 800$	3000
$800 < U_i \leq 1000$	3500
$1000 < U_i \leq 1500^*$	3500
* vain tasasähkölle	

”Kytkehetkellä saa testijännite olla enintään 50 % tässä kohdassa annetusta arvosta. Jännitettä suurennetaan sitten tasaisesti muutamassa sekunnissa täyteen arvoonsa, joka on määritelty tässä kohdassa. Jännite pidetään kytkettynä 5 s ajan. Vaihtojännitelähteen tehon on oltava riittävä ylläpitämään testijännite vuotovirrasta huolimatta. Testijännite on käytännöllisesti katsoen sinimuotoista ja sen taajuus on 45 Hz ja 62 Hz välillä”. (SFS-EN 60439-1 2005 58.)

Testin katsotaan onnistuneen, mikäli läpi- tai ylilyöntiä ei tapahdu.

4.1.3 Oikosulunkestävyyden määrittäminen

Oikosulun kestävyiden määrittämistä ei vaadita, mikäli keskuksen terminen nimelliskestovirta tai ehdollinen nimellisoikosulkuvirta on enintään 10 kA (kohta 2.13). Suunnitteluprojektin tavoitteena on tässä vaiheessa suunnitella nimellisvirraltaan alle 250 A keskusjärjestelmä, joten testausta niille ei tarvitse tehdä. (SFS-EN 60439-1 2005 60.)

4.1.4 Suojamaadoituspiirin tehokkuuden tarkistaminen

”On tarkastettava, että kaikki keskuksen jännitteelle alttiit osat on yhdistetty suojamaadoituspiiriin tehokkaasti ja että resistanssi syöttöpiirin suojajohtimen ja kunkin jännitteelle alttiin osan välillä ei ylitä $0,1\Omega$. Tarkastukseen on käytettävä resistanssin mittauslaitetta tai järjestelyä, joka pystyy syöttämään vähintään 10 A virran vaihto- tai tasasähköllä $0,1\Omega$ impedanssiin resistanssin mittaushaarojen välillä”. (SFS-EN 60439-1 2005 64.)

”Suojamaadoituspiirin jatkuvuus ja oikosulunkestävyys eivät saa merkittävästi heikentyä riippumatta siitä onko suojamaadoituspiirinä kojeiston runko vai erillinen suojajohdin. Silmäämääräisen tarkastuksen ohella tämä voidaan varmistaa kuormittamalla suojamaadoituspiiriä vastaavan lähtöyksikön termisellä nimellisvirralla”. (SFS-EN 60439-1 2005 64.)

Keskuksen runkoa suojajohtimenä käytettäessä, ovat kipinäointi ja paikallinen kuumentuminen sallittuja liitoskohdissa edellyttäen, että liitosten johtavuus ei heikkene ja että lähellä olevat syttyvät osat eivät syty palamaan (SFS-EN 60439-1 2005 64).

Vertailemalla ennen testiä ja testin jälkeen tehtyjen vastusmittausten tuloksia saadaan kuva maadoituspiirin kunnosta. Vastusmittaus tehdään tulevan suojajohtimen liittimen ja vastaavan lähtöyksikön suojajohdinliittimen väliltä. (SFS-EN 60439-1 2005 64.)

4.1.5 Ilma- ja pintavälien tarkastus

Keskuksessa olevissa laitteissa on oltava niitä koskevien standardien vaatimat pinta- ja ilmavälit, joiden tulee säilyä riittävinä normaalissa käytössä ja ympäristöoloissa. Tarkastuksella todetaan, että ilma- ja pintavälit ovat standardeissa esitettyjen vaatimusten mukaiset. (SFS-EN 60439-1 2005 65.)

4.1.6 Mekaanisen toiminnan tarkastus

Mekaanisen toiminnan tarkastusta ei vaadita keskuksen sellaisilta laitteilta, jotka on jo testattu niitä koskevien määräysten mukaisesti edellyttäen, että asennustapa ei vaikuta epäedullisesti niiden toimintaan. Osat ja komponentit, joille mekaanisen toimivuuden tarkastus edellytetään, tarkastetaan niiden keskukseen asennuksen jälkeen. Toimintakertojen lukumäärä on 50. Samalla tarkastetaan näihin toimintoihin liittyvien mekaanisten lukitusten toimivuus. Testi katsotaan läpäistyksi, mikäli kojeiden, lukitus-ten tms. toiminta ei ole huonontunut ja jos toimintaan vaadittava voima on käytännössä sama kuin ennen testiä. (SFS-EN 60439-1 2005 65.)

4.1.7 Kotelointiluokan tarkastus

Luvun 2.7 mukainen kotelointiluokka tarkastetaan standardin IEC 60529 mukaan. Jos koteloinnin sisällä on heti veden sisääntunkeutumistestin jälkeen havaittavissa merkkejä vedestä, sähköinen lujuus tulee todeta kohdan 4.1.2 mukaisella jännitetestillä. (SFS-EN 60439-1 2005 65.)

4.1.8 Mekaanisen lujuuden testaus

Tässä luvussa esitetyt vaatimukset perustuvat SFS-EN 60439-4-standardiin. Mekaanisen lujuuden testaukset on tehtävä kaikenlaisille työmaakeskuksille. Testikapaleiden on oltava toimintakuntoisia, mutta niitä ei ole liitetty syöttöverkkoon. Testit sisältävät lyöntitestin ja iskutestin.

Testit on tehtävä ympäristön lämpötilassa 15 - 25 °C. Työmaakeskuksen on oltava tässä lämpötilassa ennen testiä vähintään 12 tuntia.

Lyöntitesti

a) Testausperiaate

Täydellisen työmaakeskuksen kotelointiin kohdistetaan voimaltaan 6 J iskujen sarja, ei kuitenkaan koteloinnin sisäpuolella oleviin komponentteihin.

b) Testausmenetelmät

Testattava laite kiinnitetään riittävän jäykkään alustaan, joka rajoittaa työmaakeskuk-
sen liikkeen 0,1 mm edellä mainitun iskun vaikutusaikana. Kolme peräkkäistä iskua
suunnataan työmaakeskuksen kuhunkin sivupintaan jommallakummalla seuraavista
menetelmistä:

- 1) Halkaisijaltaan noin 50 mm ja massaltaan 475 - 525 g painoisen sileän teräs-
kuulan annetaan pudota vapaasti lepoasennosta 1,2 m korkeudelta vaaka-
tasossa olevan koteloinnin pintaan. Kuulan kovuuden on oltava vähintään 50
HR ja enintään 58 HR, tai
- 2) Samanlainen teräskuula ripustetaan taipuisaan lankaan heiluriksi, jolla anne-
taan vaakasuuntainen isku 1,2 m pudotuskorkeudelta.

Testissä iskut suunnataan todennäköisiin heikkoihin kohtiin. Työmaakeskukseen on
kohdistettava kaikkiaan 18 iskua. Testiä ei sovelleta komponentteihin kuten pistorasi-
oihin, painonappeihin, kahvoihin jne., kun nämä komponentit on asennettu keskuksen
pääpintoihin nähden syvennyksiin siten, että näiden komponenttien etäisyys eniten
iskulle alttiista osista mainittuihin pintoihin on vähintään 10 mm.

c) Saavutetut tulokset

Koteloinnin on pysyttävä testin jälkeen kotelointiluokassaan.

”Minkäänlaisia työmaakeskuksen asianmukaiseen toimivuuteen vaikuttavia koteloin-
nin tai komponenttien haitallisia muodonmuutoksia ei saa esiintyä eivätkä pinta- ja
ilmavälit saa alittaa vaadittuja arvoja. Ohjaimien, kahvojen jne. on edelleen oltava
toimintakunnossa.”

”Ulko- ja maalipintojen vauriot, jäähdytysripojen ja vastaavien osien murtuminen, pie-
net painaumat ja normaalilla näkökyvyllä havaitsemattomat halkeamat eivät saa ai-
heuttaa laitteen hylkäämistä.”

Iskutesti

a) Testausperiaate

Työmaakeskukseen kohdistetaan iskutestissä puolisinimuotoinen iskupulssi, jonka rasisusaste vastaa huippukiihtyvyyttä 500 m/s^2 (50 g) ja kestoaikaa 11 ms.

b) Testausmenetelmä

Käyttökunnossa oleva työmaakeskus testataan standardin IEC 60068-2-27 mukaisesti. Valmistajan ja tilaajan tai käyttäjän sopimuksella testi voidaan suorittaa työmaakeskuksen erillisillä osilla.

c) Saavutetut tulokset

Noudatetaan samaa tulosten käsittelyä kuin lyöntitestissä.

4.1.9 Korroosionkestävyyden testaus

Tässä luvussa esitetyt vaatimukset perustuvat SFS-EN 60439-4-standardiin. Työmaakeskuksen korroosionkestävyys tarkastetaan seuraavilla testeillä.

Normaalien ympäristöolojen aiheuttaman korroosion kestävyiden testaus

a) Testausperiaate

Täydellinen työmaakeskus altistetaan lämpötila- ja kosteusvaihteluihin, jota varten se sijoitetaan sääkaappiin suositeltuun asennus- tai käyttöasentoon.

b) Testausmenetelmä ja -ilmasto

Testi tehdään kolmena 24 h jaksona. Kunkin jakson lämpötila ja kosteusvaihtelut on määritelty SFS-EN 60439-4-standardissa.

c) Saavutetut tulokset

Työmaakeskuksen katsotaan selviytyneen testistä, jos

- Korroosiojälkiä ei esiinny keskuksen sisällä tai ulkopinnalla, lukuun ottamatta teräviä reunoja
- Veden kondensoitumisen aiheuttamia vaurioita ei esiinny keskuksessa, joka tarkastetaan luvun 4.1.2 jännitetesteillä.

Voimakkaasti likaantuneen ilmaston aiheuttaman korroosionkestävyyden testaus

a) Testausperiaate

Testi on tarkoitettu arvioimaan teollisuusilmaston korroosiovaikutuksia, esimerkiksi rikkidioksidin saastuttama ilmasto. Täydellinen työmaakeskus altistetaan jatkuvasti 10 vuorokauden ajan kyseiselle ilmastolle.

b) Testausmenetelmä ja -ilmasto

Täydellinen työmaakeskus testataan standardin IEC 60068-2-42 mukaisesti.

c) Saavutetut tulokset

Työmaakeskuksen katsotaan selviytyneen testistä, jos

- Korroosiojälkiä ei esiinny keskuksen sisällä tai ulkopinnalla, lukuun ottamatta teräviä reunoja
- Vaurioitumista ei esiinny keskuksen sähköasennuksessa, joka tarkastetaan luvun 4.1.2 jännitetesteillä 24 h sen jälkeen, kun keskus on poistettu testauskaapista.

Vaihtoehtoinen testaus

Vaihtoehtona täydellisen työmaakeskuksen testaamiselle voidaan edellä mainitut testit tehdä testikappaleella, joka sisältää vähintään yhden yksikön kutakin työmaakeskuksen rakenneosaa sekä saman pintamateriaalin, korroosionestosuojauksen sekä sähköisen ja mekaanisen rakenteen kuin arvioitavana oleva työmaakeskus.

4.2 Kappaletestit

Kappaletestien tarkoitus on materiaali- ja valmistusvikojen etsiminen. Ne tehdään jokaiselle valmistetulle keskukselle tai jokaiselle kuljetusyksikölle. Keskukselle, joka kootaan standardikomponenteista muualla kuin näiden komponenttien valmistajan tehtaalla, tehdään kappaletestit keskuksen valmistajan toimesta, vaikka kokoonpanoon käytetäänkin vain komponenttien valmistajan tarkoitukseen määäämiä tai toimittamia osia tai tarvikkeita. (SFS-EN 60439-1 2005 51.)

Kappaletesteihin sisältyy keskuksen ja sen johdotuksen tarkistus ja tarvittaessa sähköisen toiminnan testaus, jännitetestaus sekä suojausmenetelmien ja suojamaadoituspiirin sähköisen jatkuvuuden tarkastus (SFS-EN 60439-1 2005 51).

4.2.1 Keskuksen ja sen johdotuksen tarkastus

Tässä testauksessa on tarkastettava:

- Mekaanisesti toimivien järjestelmien, lukituksien, lukkojen jne. asianmukainen toiminta
- Johtimien ja kaapelien oikea sijoittelu, sekä laitteiden oikea asennus
- Ilmoitettu kotelointiluokka sekä ilma- ja pintavälit silmämääräisesti
- Liitokset, erityisesti ruuviliitokset
- Arvokilvet ja merkinnät
- Että keskus vastaa piiri- ja johdotuskaavioita, kokoonpanokuvaa jne.

Keskuksen monimutkaisuudesta riippuen johdotuksen tarkastus ja sähköisen toiminnan testaus voi olla tarpeellista. (SFS-EN 60439-1 2005 66.)

4.2.2 Eristetesti

Kaikki keskuksen sähkölaitteet on testattava lukuun ottamatta kojeita, jotka on asianomaisten määräysten mukaisesti suunniteltu alhaisemmalle testijännitteelle sekä virtaa kuluttavia kojeita, joissa testijännite aiheuttaisi sähkövirran (SFS-EN 60439-1 2005 66).

Eristetestissä luvun 4.1.2 mukainen testijännite on oltava kytkettynä 1 s ajan. Vaihtovirtalähteen tehon täytyy olla riittävä pitämään testijännite yllä vuotovirroista huolimatta. Testijännitteen aaltomuodon on oltava käytännössä sinimuotoista ja taajuuden 45 Hz ja 62 Hz välillä. (SFS-EN 60439-1 2005 66.)

Testissä tulee kaikkien kytkinlaitteiden olla kiinniasennossa, tai testijännite on kytkettävä vuorotellen piirin kaikkiin osiin. Testijännite kytketään jännitteisten osien ja keskuksen johtavien rakenneosien välille. Testi katsotaan läpäistykseksi, ellei läpi- ja ylilyöntiä tapahdu. (SFS-EN 60439-1 2005 66.)

4.2.3 Suojausmenetelmien ja suojamaadoituspiirien tarkastus

Tarkastuksilla todetaan kosketussuojauksen, kosketusjännitesuojauksen ja suojamaadoituspiirin määräysten mukaisuus. Lisäksi on tarkastettava suojamaadoituksia koskevat liitokset, etenkin ruuviliitokset (SFS-EN 60439-1 2005 66).

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää työmaakeskuksen suunnittelussa tarvittavia standardeja ja määräyksiä, joiden pohjalta työmaakeskusjärjestelmä suunnitellaan.

Sain koottua tärkeimmät työmaakeskuksen suunnittelussa tarvittavat vaatimukset tiivistetysti opinnäytetyöhön, vaikka aikataulu olikin melko tiukka. Kaikkia vaatimuksia ei työhön ollut mahdollista kirjoittaa, mutta jakokeskuksiin ja niiden komponentteihin liittyvät standardit tulivat työtä tehdessä niin tutuiksi, että niistä on tarvittaessa helppo etsiä lisätietoa. Opinnäytetyössä on standardien lisäksi otettu huomioon työmaakeskusten loppukäyttäjiltä yrityshaastatteluissa saatuja toiveita hyvästä työmaakeskuksesta, koska heillä on paljon käytännön kokemuksia työmaakeskuksista.

Tuotekehitysprojekti jatkuu seuraavaan vaiheeseen, jossa opinnäytetyö ja yrityshaastattelut ovat apuna suunnittelussa. Projektin tavoitteena on suunnitella yrityksen valikoimiin hyvä tuote.

LÄHTEET

Cramo Finland Oy. Sähköistys-esitteet/ Satema. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 22.4.2011]. Saatavissa: http://www.cramo.fi/upload/Finland/Esitteet/sahkoistys/211394_Satema_v3.pdf

D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2006. 13. uusittu painos. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.

Helsingin Energia. Energiasanasto [verkkodokumentti]. [Viitattu 21.4.2011]. Saatavissa: http://www.helen.fi/energia/sanasto_mit.html

Mäkinen Pertti A. Työmaan sähköistys on palapelin kokoamista. [Lehtiartikkeli]. Saatavissa: Sähköala 11/2009.

SFS-EN 60439-1 + A1 2005. Jakokeskukset. Osa 1. 3. painos. Helsinki: Suomen standardoimisliitto.

SFS-EN 60439-4 2005. Jakokeskukset. Osa 4. 3. painos. Helsinki: Suomen standardoimisliitto.

SFS 6000-4-41 2007. Suojaus sähköiskuilta. 2. painos. Helsinki: Suomen standardoimisliitto.

SFS 6000-5-53 2007. Erottaminen, kytkentä ja ohjaus. 2. painos. Helsinki: Suomen standardoimisliitto.

SFS 6000-7-704 2007. Rakennustyömaat. 2. painos. Helsinki: Suomen standardoimisliitto.

SFS 6000-8-810 2007. Jakokeskukset. 3. painos. Helsinki: Suomen standardoimisliitto.

SFS-KÄSIKIRJA 154 2005. Jakokeskukset. 2. uudistettu painos. Helsinki: Suomen standardoimisliitto.

ST 53.12 2008. Vikavirtasuojat. Espoo: Sähkötieto ry.

Äimälä 2010. Pistorasiakeskusjärjestelmän suunnittelu [verkkodokumentti]. Savonia-ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 20.4.2011]. Saatavissa: https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/14847/Aimala_Mikko.pdf?sequence=1

www.savonia.fi

